



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERIA ZOOTECNIA



**Guano de islas en el abonamiento de alfalfa, variedad Bacum,
en el caserío de LLasavilca Centro, provincia de Chota –
Cajamarca - 2016**

TESIS

**Presentada a la facultad de ingeniería zootecnia
para optar el título profesional de**

Ingeniero Zootecnista

Autor:

Bach. I.Z. Menor Llatas, Jose Roel

Lambayeque - Perú

2019

**Guano de islas en el abonamiento de alfalfa, variedad Bacum, en el Caserío de
Llasavilca Centro, Provincia de Chota – Cajamarca - 2016**

TESIS

Presentada y aprobada ante el siguiente jurado



Ing. Enrique G. Lozano Alva, M. Sc
Presidente



Ing. Rafael A. Guerrero Delgado, M. Sc.
Secretario



Dr. Napoleón Corrales Rodríguez
Vocal



Ing. Benito Bautista Espinoza
Asesor

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Jose Roel Menor Llatas, investigador principal, y Benito Bautista Espinoza, asesor del trabajo de investigación **“Guano de islas en abonamiento de alfalfa, variedad Bacum, en el Caserio Llasavilca Centro, Provincia de Chota – Cajamarca - 2016”**, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrara lo contrario, asumimos responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que puede conducir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, setiembre 25 del 2019



Jose Roel Menor Llatas
Investigador



Benito Bautista Espinoza
Asesor



00376

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS DEL BACHILLER EN INGENIERIA ZOOTECNIA JOSE ROEL MENOR LLATAS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA.

En la ciudad de Lambayeque, siendo las 8:30 a.m. del día 22 de agosto de 2019, en la Sala de Sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, se reunieron los señores miembros del Jurado, designado por Resolución N° 385-2016-FIZ/D, de fecha 6 de octubre del 2016: Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, M.Sc. (PRESIDENTE), Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, M.Sc. (SECRETARIO), Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, M.Sc. (VOCA), e Ing. Benito Bautista Espinoza (PATROCINADOR), encargados de recibir y dictaminar sobre el trabajo de tesis titulado "Guano de islas en el abramamiento de (Medicago sativa L.) variedad Bacum, en el caserio de Lasavilca Centro, provincia de Chota - Cajamarca - 2016", presentado por el señor Bachiller Jose Roel Menor Llatas como requisito para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista, cuyo proyecto fue aprobado por Resolución N° 046-2017-FIZ/D, de fecha 16 de febrero de 2017.

Presentado y expuesto el trabajo de tesis, cuya sustentación fue autorizada por Resolución N° 208-2019-FIZ/D, de fecha 21 de agosto de 2019; formuladas las preguntas por los miembros del jurado, dadas las respuestas por el sustentante y las aclaraciones del señor Patrocinador, el Jurado, luego de deliberar, acordó aprobar el trabajo de tesis con el calificativo de BUENO, debiendo consignarse en el informe final las siguientes dadas por el Jurado durante la sustentación.

Por lo tanto, el señor Bachiller en Ingeniería Zootecnia Jose Roel Menor Llatas se encuentra apto para recibir el título profesional de Ingeniero Zootecnista de acuerdo a la normatividad vigente.

El Jurado recomienda modificar el título de la tesis con la siguiente denominación: "Guano de islas en abramamiento de alfalfa variedad Bacum, en el caserio de Lasavilca Centro, provincia de Chota - Cajamarca - 2016".

ING. ENRIQUE GILBERTO LOZANO ALVA, M.Sc.
PRESIDENTE

ING. RAFAEL ANTONIO GUERRERO DELGADO, M.Sc.
SECRETARIO

ING. NAPOLEÓN CORRALES RODRÍGUEZ, DR.
VOCAL

ING. BENITO BAUTISTA ESPINOZA
PATROCINADOR



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

La presente es copia fiel del original a la que me remito
en caso necesario

Lambayeque, 25 de Setiembre del 2019



Ing. M. Sc. José Víctor Romero Remigio

FEDATARIO



DEDICATORIA:

A **DIOS** todo poderoso, darme la oportunidad de vivir, por haberme permitido llegar hasta este punto de la vida, por concederme la salud para lograr mis objetivos, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio

A mis padres, **URBANO** y **MARÍA ROSA**, por el inmenso amor, cariño incondicional, por haberme apoyado en todo momento, por sus sabios e inteligentes consejos, por sus valores que me han permitido ser una persona de bien, por ser mi motivación para hacer realidad este proyecto

A mi hermano **DENIS YBAN**, por apoyarme siempre, por brindarme su alegría, buenos consejos y darme fuerzas para lograr este sueño, a mis familiares y amigos por su cariño, por su ayuda y sus consejos recibidos para afrontar algunas dificultades.

JOSE ROEL

AGRADECIMIENTO:

**Al Ing. Benito Bautista Espinoza, Asesor,
por su constante apoyo y estímulo para
culminar exitosamente el presente estudio.**

**A los Docentes de la Facultad de Ingeniería
Zootecnia por su amistad y sabias
enseñanzas que han fortalecido mi
capacidad como persona y
profesionalmente.**

**A mis amigos y compañeros de estudio por
compartir esperanzas y aliento para vencer
en los retos que la vida nos plantea**

JOSE ROEL

RESUMEN

El presente trabajo experimental se desarrolló en el campo ubicado en el caserío de Llasavilca Centro del distrito y provincia de Chota, Cajamarca, ubicado a 2,200 msnm. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar (BCR) con 3 repeticiones (bloques) por tratamiento y con arreglo factorial 4 x 2 (4 niveles de guano de islas y 2 edades de corte). En la producción de materia verde el tratamiento T₅ al III corte, fue el de mayor producción de forraje verde, con 15.321 Tm/ha, seguido del T₈, T₃, T₂, T₇, T₁, T₆, con 14.018, 13.741, 13.348, 13.428, 13.304, 12.232, 11.295, Tm/ha, respectivamente, en contenido de materia seca, el tratamiento T₈, mostró el mayor contenido (24.175%), seguido por T₇, T₆, T₅, T₄, T₃, T₂, T₁, con 23.9, 23.75, 23.05, 22.35, 21.375, 20.4225, 20.25, %, respectivamente, la altura de planta solamente se encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$) entre cortes. Se observa en largo de hoja se encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$) entre cortes No hubo efecto del nivel de abono sobre largo de hoja ni de la interacción., el número de macollos/ corona hubo efecto del nivel de abono ($p < 0.05$, en cuanto a proteína cruda, el T₃ con 9.79% seguido de los tratamientos T₂, T₁, T₄, 9.05, 8.59, 8.50%, en cuanto a fibra bruta el T₂ y T₄ con 17.16% superan a los tratamientos T₃ y T₁ con 14.95 y 12.42%, así mismo, el contenido de cenizas lo supero el tratamiento T₄ con 7.96% seguido de los tratamientos T₂, T₃ y T₁, 7.34, 6.75, 6.17%, EE.% T₃, 1.31 supero a los tratamientos T₄, T₃ y T₁, 1.24, 1.23, 1.20%.

Palabras claves: Abono, cortes, rendimiento, planta, química

ABSTRACT

The present experimental work was developed in the field located in the village of Llasavilca Center of the district and province of Chota, Cajamarca, located at 2,200 meters above sea level. The randomized complete block experimental design (BCR) was used with 3 repetitions (blocks) per treatment and with a 4 x 2 factorial arrangement (4 levels of island guano and 2 cutting ages). In the production of green matter the treatment T₅ to the III cut, was the one with the highest production of green fodder, with 15,321 Tm / ha, followed by T₈, T₃, T₂, T₇, T₁, T₆, with 14,018, 13,741, 13,348, 13,428, 13,304, 12,232, 11,295, Tm / ha, respectively, in dry matter content, the T₈ treatment, showed the highest content (24,175%), followed by T₇, T₆, T₅, T₄, T₃, T₂, T₁, with 23.9, 23.75, 23.05, 22.35, 21,375, 20.4225, 20.25, %, respectively, the plant height only found significant statistical differences ($p < 0.01$) between cuts. It is observed in leaf length significant statistical differences were found ($p < 0.01$) between cuts There was no effect of the fertilizer level on leaf length nor of the interaction., The number of tillers / crown there was effect of the fertilizer level ($p < 0.05$, in terms of crude protein, T₃ with 9.79% followed by treatments T₂, T₁, T₄, 9.05, 8.59, 8.50%, in terms of crude fiber, T₂ and T₄ with 17.16% exceed treatments T₃ and T₁ with 14.95 and 12.42%, likewise, the ash content was surpassed by the T₄ treatment with 7.96% followed by the treatments T₂, T₃ and T₁, 7.34, 6.75, 6.17%, EE.% T₃, 1.31 exceeded the treatments T₄, T₃ and T₁, 1.24, 1.23, 1.20%.

Keywords: Fertilizer, cuts, yield, plant, chemistry

CONTENIDO

	Pág
RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	1
I. DISEÑO TEÓRICO.....	2
1.1. Taxonomía, origen y características de la alfalfa.....	2
1.2. Características morfológicas.....	3
1.3. Requerimientos de suelo y clima.....	3
1.4. Requerimientos de fertilizantes.....	5
1.5. Guano de islas.....	6
1.6. El uso de los abonos orgánicos.....	9
1.7. Producción de biomasa forrajera en alfalfa.....	15
1.8. Riegos.....	17
1.9. Prácticas de cultivo.....	18
1.10. Plagas de alfalfa.....	18
1.11. Calidad nutritiva.....	18
1.12. Calidad nutritiva de algunas variedades.....	19
II. MATERIALES y MÉTODOS.....	21
2.1. Lugar de ejecución y duración del experimento.....	21
2.2. Suelo, clima y vegetación.....	21
2.3. Tratamientos evaluados.....	22
2.4. Instalaciones, equipos y materiales.....	22
2.5. Insumos.....	23
2.6. Manejo del experimento.....	24
2.7. Diseño experimental y análisis experimental.....	26
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
3.1. Producción de forraje verde.....	27
3.2. Contenido de materia seca.....	29
3.3. Atributos agronómicos de la alfalfa.....	32
3.4. Composición química de alfalfa en II corte.....	38
IV. CONCLUSIONES.....	41
V. RECOMENDACIONES.....	42
BIBLIOGRAFÍA.....	43

INDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Tratamientos experimentales.....	22
2. Producción de forraje verde, según abonamiento y edad de corte (tm/ha).....	27
3. Contenido de materia Seca según tratamientos (%).....	29
4. Rendimiento de materia seca (t/ha), según tratamientos.....	31
5. Atributos agronómicos en alfalfa, variedad Bacum.....	32
6. Composición química (%) al II corte en alfalfa, variedad Bacum.....	39
7. Composición química (%) al III corte de alfalfa.....	40

INDICE DE GRÁFICOS

1. Rendimiento forraje verde de alfalfa (tm/ha),	28
2. Materia seca en alfalfa, según abonamiento y edad de corte, %	29
3. Rendimiento de materia seca según abonamiento y cortes.....	31
4. Altura de planta en alfalfa, según abonamiento, cm.....	33
5. Diámetro de tallo en alfalfa según dosis de abonamiento, cm.....	34
6. Largo de hoja en alfalfa, según dosis de abonamiento, cm.....	34
7. Número de tallos por corona en alfalfa, según dosis de abonamiento.....	35
8. Número de rebrotes/corona en alfalfa, según edad de corte.....	37
9. Relación hoja:tallo en alfalfa, según edad de corte.....	38
10. Valor nutritivo de alfalfa, II corte, según abonamiento (BS, %).....	39
11. Valor nutritivo de alfalfa, III corte, según abonamiento (BS,%).....	40

CUADROS DEL ANEXO

1. Análisis de varianza para rendimiento de materia verde.....	48
2. Análisis de varianza para rendimiento de materia seca.....	48
3. Análisis de varianza para contenido de materia seca.....	48
4. Análisis de varianza para altura de planta.....	49
5. Análisis de varianza para diámetro de tallo.....	49
6. Análisis de varianza para largo de hoja.....	49
7. Análisis de varianza para número de macollos.....	50
8. Análisis de varianza para número de brotes.....	50

INTRODUCCIÓN

Los forrajes dentro de las crianzas de animales menores cuyes y de ganado vacuno en la provincia de Chota es de vital importancia puesto que el 90% de alimentación es a base de forrajes; por tal motivo las producciones van a depender de la masa forrajera. Así mismo el comportamiento reproductivo, dependerá de la capacidad productiva de las pasturas y su valor nutritivo de las especies forrajeras predominantes, así como de la carga animal impuesta, entre otras variables. En la provincia de Chota es frecuentemente observar desabastecimiento de pastos naturales durante los periodos de sequía, los cuales normalmente son de baja calidad. Sin embargo, en algunas zonas, como el Caserío de Llasavilca Centro, se utiliza agua de regadío del Rio Doña Ana, por lo que es importante evaluar la alternativa de producción de alfalfa, en este medio ambiente, con la finalidad de mejorar la alimentación y nutrición de los animales.

Por lo que se ha planteado la siguiente interrogante **¿Aplicando diferentes dosis de guano de islas en alfalfa se podrá demostrar la dosis optima a emplear en el abonamiento, mostrando sus mejores características de producción de biomasa forrajera en el caserío de Llasabilca Centro, del distrito y provincia de Chota- en el año 2016?**, para responder a la mencionada interrogante consideramos los siguientes objetivos:

- a. Determinar la producción de forraje verde, materia seca y materia orgánica de cada una de las dosis de abonamiento posterior al primer corte
- b. Determinar la relación Hoja/Tallo de alfalfa (en base seca) al momento de la cosecha
- c. Determinar el número de macollos (tallos) por planta de cada dosis de abonamiento en estudio al momento de la cosecha.

I. DISEÑO TEÓRICO

1.1. Taxonomía, origen y características de la alfalfa.

A la alfalfa, le asigna la siguiente clasificación taxonómica (**Vásquez, 1970**)

Reyno	: Vegetal
División	: Embryophyta Diphinigama
Sub Clase	: Dicotiledónea
Sub Clase	: Archiclamydae
Familia	: Papilionoideas
Tribu	: Trifolias
Género	: Medicago
Especie	: Sativa
Nombre científico	: <i>Medicago sativa</i>
Nombre común	: Alfalfa

Se reporta que el origen de la alfalfa es Asia Menor y sur del Cáucaso, abarcando esta zona geográfica a Turquía, Irak, Irán, Siria, Afganistán, parte occidental de Pakistán y Cachemira (**Ponce, 2014**), extendiéndose luego a Grecia y al resto de Europa, y posteriormente a México y Perú con la llegada de los españoles. Los colonizadores norteamericanos hicieron los primeros intentos por establecer la alfalfa en Norteamérica, pero estos intentos fueron infructuosos, debido a los climas húmedos templados y suelos ácidos, donde se establecieron las primeras colonias, y sólo se cultivaba en Nueva York y Virginia, ya que las condiciones son similares a las de Europa y Grecia. Las antiguas accesiones de alfalfa que introdujeron los colonizadores norteamericanos no fueron muy adaptables, pero posteriormente desde Chile y Perú se introdujeron nuevas y diversas accesiones a Norteamérica, adaptándose muy bien en los estados de Arizona, California, Texas y Nuevo México (**Alarcón et al, 2012**).

1.2. Características morfológicas

La alfalfa es una especie herbácea y perenne que pertenece a la familia de las leguminosas, cuyo nombre científico es *Medicago sativa* L. Se trata de una planta perenne, vivaz y de porte erecto. La raíz principal es pivotante, robusta y muy desarrollada (hasta 5 m. de longitud) y con numerosas raíces secundarias. Posee una corona que está a nivel del suelo, de la cual se desarrollan brotes dando lugar a numerosos tallos o macollos (**Heath et al 1973**). Los tallos de la alfalfa son consistentes, delgados y erectos, los cuales soportan el peso de las hojas y de las inflorescencias, siendo esta especie adecuada para ser utilizada para corte, aunque también se puede utilizar al pastoreo. Sus **hojas** son trifoliadas, pero las primeras hojas verdaderas son unifoliadas. El peciolulo central es de mayor longitud que los laterales, con los márgenes lisos en su mayor parte y ligeramente dentados en el borde anterior (**Box, 2005**).

Las flores de la alfalfa son características de la subfamilia de las Papilionoideas, de color azul o púrpura, con inflorescencias en racimos que nacen en las axilas de las hojas. El **fruto** es una legumbre indehiscente, en espiral, sin espinas y que contiene entre 2 y 6 semillas amarillentas y arrionadas, de 1.5 a 2.5 mm de longitud (**Infoagro, 2015**).

1.3. Requerimientos de suelo y clima

1.3.1. Suelo

La alfalfa requiere suelos profundos, bien drenados y de textura y estructura tales que le confieran una alta capacidad de retención hídrica, pero sin llegar a provocar problemas de asfixia en la raíz. No deben presentar horizontes compactos que afecten el desarrollo radicular, debiendo evitarse un nivel excesivamente elevado de la capa freática. En este tipo de suelos la alfalfa puede desarrollar un sistema radicular extenso y profundo. Otro parámetro importante a tener en cuenta en un suelo para establecer la alfalfa es el tenor de salinidad, ya que la presencia de sales en exceso en el perfil puede provocar la muerte de las plántulas en desarrollo (**Luro, 1981**). El pH ideal para el cultivo de alfalfa se sitúa en la zona de neutralidad (6,5 a 7,2), pues no soporta suelos ácidos y tampoco suelos salinos, aunque soporta mejor la alcalinidad que la acidez. En suelos ácidos hay problemas de fertilidad, porque algunos nutrientes, como el fósforo y el calcio precipitan y se hacen insolubles y no disponibles para la planta (**Ariaz, 2007**).

1.3.2. Clima

El hábitat de la alfalfa se caracteriza por un clima de inviernos fríos y veranos cálidos, estos últimos relativamente secos. La alfalfa se mantiene en dormancia relativa durante los veranos en las regiones muy cálidas. Ciertas variedades fueron cultivadas donde las máximas temperaturas estivales superan los 49°C. En la producción de la alfalfa, las altas temperaturas pueden ser tan limitativas como las bajas. Es bien sabido que el crecimiento de la planta se interrumpe con altas temperaturas, las que no son letales inmediatamente. La temperatura para la respiración máxima es más alta en la mayoría de las plantas, que las máximas para la fotosíntesis, y la acumulación de reservas alimenticias se reduce con las temperaturas relativamente altas. La alfalfa tiene amplio campo de temperaturas óptimas para la fotosíntesis, con poca diferencia en cuanto a la tasa entre 10° y 25°C, y solo una pequeña disminución a 30°C. Sin embargo, la tasa respiratoria aumenta en forma continua a medida que se eleva la temperatura (**Hanzon, 1972**).

Desde la fase inicial del cultivo de alfalfa, si se presenta una temperatura menor a 10°C o mayor a 35°C en el suelo y el aire, se afecta la germinación de semillas y la emergencia de las plántulas. Sin embargo, la semilla de la alfalfa puede germinar desde los 2 a 3 °C, siempre que los demás factores como humedad, fertilidad del suelo, disponibilidad de nutrientes y radiación solar, entre otros, no actúen como factores limitantes. Con una temperatura de alrededor de 25 °C se presenta una germinación y emergencia más rápida y vigorosa. La temperatura óptima para la germinación de *Medicago sativa* se encuentra entre 28 a 30°C, pudiendo morir las plántulas a una temperatura superior a 38°C. La radiación proveniente del sol (energía transferida como fotones) interviene en la síntesis de carbohidratos a través del proceso de fotosíntesis, de tal manera que esta especie forrajera, como las demás especies, producen más biomasa forrajera con mayores intensidades de luz, disminuyendo el crecimiento, y por tanto la producción de forraje, con fotoperiodos cortos (**Alarcón et al, 2012**). Si bien las semillas de alfalfa pueden germinar a temperaturas desde 2 a 3 °C, la germinación es más rápida a medida que ésta se incrementa, alcanzando su óptimo entre los 28 y 30 °C. Con temperaturas medias anuales de alrededor de 15 °C, la producción de forraje de alfalfa es ya importante (**Guerrero, 1999**).

1.4. Requerimientos de fertilizantes

1.4.1. Nitrógeno.

Antes de sembrar la alfalfa es preciso conocer los niveles de fosforo y potasio reacción del suelo y pH y o condiciones de drenaje. Como la alfalfa obtiene el nitrógeno por intermedio de las bacterias que se encuentran en los nódulos, solo durante el periodo de implantación de la planta precisa obtener del suelo el nitrógeno en cantidades reducidas dadas a las escasas necesidades del cultivo en esta fase. Sin embargo, el primer año de implantación en suelos pobres se aconseja una ligera aplicación a razón de unos 30 kg. / ha., con un máximo de 50kg./ha seca (**Sánchez, 2004**).

1.4.2. Fósforo.

La aplicación de fosforo es necesaria tanto para el buen establecimiento del alfalfar como para mantener una buena producción posterior. Es importante antes de la siembra para asegurar un buen desarrollo radicular se aconseja enterrarlo con una labor profunda. Puede reservarse una parte para localizarla al nivel de la semilla en el momento de la siembra. Esta dosis inicial debe ser generosa para atender la demanda del cultivo durante varios años, pues las aplicaciones pues las aplicaciones anuales descienden poco dada la escasa movilidad, del fosforo en el suelo seca (**Sánchez, 2004**).

1.4.3. Potasio.

El principal factor limitante en la producción de la alfalfa puede ser el potasio, pues necesita grandes cantidades de este elemento, de gran importancia para la resistencia al frio y sequía y la formación y almacenamiento, de reservas en la corona de la raíz para conseguir un vigoroso rebrote. Cuando la información de los análisis lo aconseje o la textura sea muy arenosa se debe aplicar el potasio en fondo junto con el fosforo antes de la siembra, la dosis de mantenimiento anual debe realizarse a finales de invierno coincidiendo con el fosforo no debe descuidarse con este abonado anual debido a las altas extracciones que se consideran de unas 25 U.F. De K 20 por TM. De materia seca (**Sánchez, 2004**).

1.5. Guano de islas

1.5.1. Importancia y características del guano de islas

El guano de isla es una mezcla de excrementos de aves, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc. Las cuales entran a un proceso de fermentación sumamente lento, permitiendo mantener sus componentes al estado de sales.

Es uno de los abonos naturales de mejor calidad en el mundo por su alto contenido de nutrientes. El guano de isla aporta el nitrógeno bajo tres modalidades: en forma nítrica 0,1%, en forma amoniacal 3,5% y en forma orgánica 10-12% (**Torres, 2006**).

El guano de las islas es un fertilizante natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción del cultivo, contiene macro micronutrientes como el nitrógeno, fosforo y potasio. Elementos secundarios como el calcio, magnesio y azufre, también contiene micro elementos como el hierro, zinc, cobre, manganeso, boro y molibdeno (**AGRORURAL, s.f.**).

Composición química del guano de islas.

Elemento	Concentración, %
Nitrógeno	10 - 14
Fósforo	10 – 12
Potasio	2 – 3
Calcio	8.0
Magnesio	0.50
Azufre	1.50
Hierro	0.03
Zinc	0.00
Cobre	0.02
Manganeso	0.02
Boro	0.02

Fuente: **AGRORURAL, 2011**

1.5.2. Mineralización.

La recolección del Guano de Isla se realiza cada 5 -6 años en una misma isla o punta, durante ese periodo se va acumulando las deyecciones bajo condiciones climáticas de alta humedad relativa y temperaturas promedio de 16°C en invierno y 25°C en verano; estando presente diferentes microorganismos, entre estos hongos y bacterias benéficas que utilizan el guano de las islas como sustratos de alimentación, constituyéndose en millones de laboratorios biológicos que realizan una serie de reacciones bioquímicas de oxidación, transformándolo los productos complejos, en productos más simples (inorgánicos) que es la forma como las plantas toman los nutrientes.

1.5.3. Disponibilidad de nutrientes.

1.5.3.1. Formas de nitrógeno en el guano de isla

Del nitrógeno total, en promedio el 35% se encuentra en forma disponible (33% en forma amoniacal $-NH_4^+$ y 2% en forma nítrica $-NO_3^-$); el 65% se encuentra en forma orgánica, por mineralizarse.

1.5.3.2. Formas de fósforo en el Guano de isla

Del fósforo total, en promedio el 34% se encuentra en forma disponible (ácido fosfórico H_3PO_4) y el 66% se encuentra en forma orgánica. El resto de los elementos nutritivos (Ca^{++} Mg^{++} SO_4^{--} Fe^{+++} Zn^{++} Cu^{++} Mn B031) presentes en el guano de Isla se van liberando en forma iónica conforme se realiza la mineralización de la materia orgánica.

Al abonar con Guano de Isla, en promedio el 35% de nitrógeno, fósforo y demás nutrientes presentes en el guano, están disponibles para ser absorbidas por las raíces de las plantas en forma inmediata. La forma orgánica continúa en el suelo, las cuales se van liberando en forma paulatina, aportando nutrientes gradualmente durante el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo.

1.5.4. Características biológicas.

El Guano de Isla es portador de una rica flora microbiana como (hongos y bacterias) conformando millones de laboratorios biológicos que por acción de sus jugos gástricos y enzimas realizan la transformación de sustancias complejas a formas más simples. El Guano de Isla aporta nutrientes y materia orgánica, los cuales son utilizados por las plantas y los microorganismos, el cual se suma a la existente en forma natural, mejorando su actividad microbiológica.

1.5.5. Tipos de guano de isla

PROABONOS (2007), señala que actualmente sólo se comercializa un solo tipo de Guano que es el "virgen" o "bruto" que luego de ser sometido a un proceso artesanal de tamizado se le denomina guano de Isla "natural" con un contenido de 10 a 14% (N), 10 a 12% (P_{20s}) y 2 ~ 3% de elementos secundarios (hierro, zinc, cobre, magnesio, boro y molibdeno) y carga (bacterias nitrificantes y hongos). Se presentan en sacos de polipropileno laminado de color crema, con bandas Laterales color verde con la inscripción de guano de islas "natural" en color negro, con la palabra "artesanal" en letras de color rojo a manera de franja y peso de 50 kg.

1.5.6. Empleo del guano de isla como abono

ENCI citado por **Casas (2007)**, menciona que el Guano de Isla para su descomposición en el suelo debe poseer cierta flora microbiana, esta flora varía considerablemente según el tratamiento que este ha sufrido, así el guano secado al horno contiene pocos micro organismos, siendo el fresco rico en nitro bacterias.

Gamasca (1984), señala que la utilización del guano de -isla como abono en la producción de hortalizas debe ser aplicada pulverizado a una profundidad de al menos 10 cm, a fin de evitar la pérdida de amoníaco bajo la forma de carbonato. A pesar de que la materia orgánica del guano se nitrifica rápidamente en los suelos, es deseable para iniciar la nutrición nitrogenada en las plantas, aplicar conjuntamente con el guano, un tercio de nitrógeno; bajo la forma de nitrato de preferencia salitre potásico a fin de compensar parcialmente la pobreza del guano en potasio.

La asociación del guano de isla y abonos verdes es excelente para llevar rápidamente el contenido de un suelo en materia orgánica. El guano de islas proporciona una mayor eficiencia de acción a los abonos compuestos, si son aplicados conjuntamente. El guano de Isla puede ser aplicado antes o en mezcla con las clases de abono compuesto.

1.5.7. Precauciones en el uso y almacenamiento

PROABONOS (2007), menciona que, bajo ninguna modalidad de uso, y en cualquier cultivo, evite que el Guano de Isla entre en contacto con las raíces de las plantas, pues estas se quemarán por el alto contenido de materia orgánica (44.64%) en transformación, lo cual produce gran cantidad de calor.

Usar las dosis recomendadas y evite el gasto innecesario del guano, ya que aplicaciones excesivas no aumentarán los rendimientos. En cultivos anuales, realizar las aplicaciones lo más pronto posible, según sea el caso: a la siembra, o al trasplante

Evite que los sacos del guano se mojen con agua u otros líquidos, pues perderán su nitrógeno

Recordar que una sola aplicación puede servir para dos campañas de cultivo

La experiencia nacional, a través de los años, confirma la calidad del guano de Isla como el fertilizante para los cultivos más exigentes.

1.6. El uso de los abonos orgánicos.

La utilización del abonado orgánico en los suelos, con el objetivo de elevar la fertilidad de los mismos y por ello los rendimientos de las cosechas, es una práctica tan antigua que se remonta prácticamente a los albores de la agricultura, sin embargo, ella fue preterida o no tomada en su debida importancia después que se empezaron a usar otras fuentes de nutrientes minerales y se comenzaron a sintetizar los primeros fertilizantes químicos, los cuales como es conocido poseen una concentración mayor de elementos nutritivos por unidad de peso.

Al pasar el tiempo, muchos investigadores, (**Russell y Russell,1959; Aguirre,1963; Voisin,1964; Berrios,1965; Millar,1967; Jacob y Uexkull,1968; Arteaga et al., 1978a; Aspiolea y Arteaga,1978; Pichot et al.,1981; Hedley et al.,1982; Loll y Bollag,1983; Arzola y Cairo, 1985a; Lang,1985; Schoenan y Bettany, 1985;** entre otros) encontraron

que aparecían diversos efectos negativos por el empleo continuado de los fertilizantes minerales, como, por ejemplo, la contaminación de las aguas por el nitrógeno y la acidificación de los suelos por la aplicación de altas dosis de fertilizantes NPK, entre los más principales y empezaron a replantearse de nuevo la posibilidad del uso de los materiales orgánicos.

Esta situación, desde principios de la década pasada se aceleró, con el encarecimiento de los fertilizantes minerales por el desarrollo de la mal llamada, crisis energética mundial y el agotamiento de las reservas mundiales de las fuentes naturales y ha provocado, que el uso de los materiales orgánicos, vuelva a adquirir la importancia que tenía en casi todo el mundo se le deba prestar atención principalmente, como recomienda **Singh, (1976)**, en los países en vías de desarrollo.

Kovda, (1974) plantea que un número muy amplio de productos orgánicos pueden ser probados, analizados y mezclados para su utilización como abonos, en conformidad con el clima, el tipo de suelos, la variedad de cultivos y su concentración, pero que sus aplicaciones se efectúen fundamentalmente, en base a una unidad de volumen o peso por unidad de superficie prácticamente en casi todo el mundo.

Al ser usados de esta manera, los materiales orgánicos se van a comportar como fertilizantes completos, ya que van a aportar tanto macroelementos como microelementos y a su vez servirán como enmiendas orgánicas por el alto contenido de materia orgánica que por regla general contienen por lo que van a afectar las características químicas, físicas y biológicas de los suelos donde se utilicen y por tanto los rendimientos de los cultivos.

1.6.1. Los abonos orgánicos como fuente de nitrógeno para los suelos.

El nitrógeno ocupa un lugar preponderante entre todos los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, sin embargo, la mayoría de los suelos agrícolas del mundo, sometidos a una explotación intensiva, no contienen de forma general la concentración necesaria de este elemento que permita satisfacer la demanda creciente que las altas cosechas y los cultivos continuados requieren, por lo que se hace imprescindible aplicar al suelo cantidades adicionales para alcanzar este objetivo.

Entre las distintas y variadas formas utilizadas para corregir esta dificultad, los abonos orgánicos presentan actualmente una gran perspectiva, no solo por el contenido de nitrógeno

que poseen, sino también, porque van a afectar las transformaciones que sufre este elemento antes de ser disponible para las plantas, como plantean, **Welte y Timmermann, (1985)**, lo que conllevaría a su mejor aprovechamiento por los cultivos.

1.6.2. Efecto sobre el contenido de nitrógeno de los suelos.

En su comportamiento como fertilizantes, los abonos orgánicos van a aportar en mayor o menor medida cantidades apreciables de nitrógeno; sin embargo, el aumento que provocarán en las concentraciones de este elemento en el suelo va a ser variable pues **Johnston, (1976)**,

1.6 3. Los abonos orgánicos como fuente de fósforo para los suelos.

En la actualidad, se le concede al fósforo un gran interés por ser un elemento esencial para el crecimiento de los cultivos y si bien en la mayoría de los países de clima templado, no existen graves problemas en relación con su concentración en el suelo, (**King y Morris, 1972**)

1.6.4. Efectividad de los abonos orgánicos como fuente de fósforo.

La efectividad de la adición de fósforo en forma de abonos orgánicos comparándola con la de los fertilizantes fosfóricos minerales, ha sido analizada en varios trabajos; así, en una revisión sobre el tema, Azevedo y Stout, (1974), informan que esto es un poco contradictorio, porque hay autores que consideran que el fósforo de la fuente orgánica estuvo tan disponible como el del fertilizante mineral pero que otros concluyen que fue menos y lo relacionan con el rango de descomposición de los compuestos orgánicos contenidos en este material. Tunney (1980) al analizar los datos obtiene un grupo de experimentos, estima que en suelos con una fertilidad fosfórica donde solo son requeridas dosis de mantenimiento, el fósforo del abono puede ser considerado 100% tan efectivo como el mineral, aunque sobre suelos deficientes, esto puede ser discutido, ya que solo el fósforo inorgánico y la porción de fósforo orgánico que será mineralizada estará disponible en el primer año.

1.6.5. Los abonos orgánicos como fuente de potasio para los suelos.

Al igual que sucede en los casos del nitrógeno y el fósforo, cuando se adiciona cualquier material orgánico al suelo, se va a incorporar también una determinada cantidad de potasio; Millar,(1967) informa que la composición química de varios estiércoles animales fluctúa entre 0.33% de K en las aves hasta 0.82% de K en las heces de ovejas y añade que esto puede suceder por el tipo de alimentación. Jacob y Uexkull (1968) presentan valores para estos materiales entre 0.3 y 0.5% de K₂O considerando que las variaciones van a estar dadas por el tipo de animal, el forraje que reciba y el mantenimiento que se le brinde.

Crespo y Arteaga, (1984) plantean que el potasio del estiércol de vacuno se caracteriza por su elevada solubilidad.

1.6.6. Efecto sobre el contenido de potasio de los suelos.

Por los contenidos de potasio que presentan los materiales orgánicos podría suponerse que en todos los casos su aplicación provocaría una mayor concentración de este elemento en el suelo, pero esto siempre no es así, ya que Mc. Allister (1971) afirma que el abonado orgánico intensivo causaría movimientos hacia abajo del potasio en el suelo bajo determinadas condiciones, lo que provocaría una disminución de su concentración en los horizontes superficiales que la efectividad de los abonos orgánicos como fuente de potasio para el suelo va a depender no solo del contenido de este elemento en el material utilizado, sino también de su solubilidad, el tipo de suelo, las condiciones climáticas y la forma y cantidad aplicada.

1.6.7. Los abonos orgánicos como fuente de microelementos para los suelos.

Las plantas no solo necesitan del nitrógeno, fósforo y potasio para su desarrollo normal, sino también requieren de otros elementos minerales, aunque en concentraciones menores. Debido a que en su mayoría los abonos orgánicos son residuos agrícolas o industriales, van a contener en mayor o menor medida estos elementos químicos, Tunney, (1980)

1.6.8. Los abonos orgánicos como enmiendas en los suelos.

Los abonos orgánicos, debido a su composición, al incorporarse al suelo van a mejorar un grupo de características y propiedades del mismo, tales como, el contenido y calidad de la materia orgánica, el pH, la capacidad de cambio catiónico, la estructura, la porosidad, la densidad aparente y otras, que tienen una enorme influencia en la fertilidad y productividad agrícola, por lo que son considerados como materiales enmendantes por excelencia, por numerosos investigadores.

1.6.9. Efecto sobre el contenido de materia orgánica de los suelos.

Debido al alto contenido de sustancias orgánicas de los abonos, su adición va a provocar de forma general, un aumento en el contenido y calidad de la materia orgánica del suelo, así **Korschens y Klimanek,(1980)** indican que hay una correlación positiva entre el abonado y la materia orgánica del suelo, mientras **Shughya y Karyagina,(1982)** observan que dosis crecientes de estiércol vacuno incrementaron el contenido de humus.

1.6.10. Efecto sobre el pH del suelo.

Los resultados que se presentan con relación a la influencia de los abonos orgánicos sobre el pH del suelo son variados y algunas veces contradictorios, pues al parecer este efecto estará en dependencia, principalmente del material utilizado como enmienda y su composición química ya que como informan Pomares y **Pratt,(1979)** en un mismo suelo el estiércol aumenta el pH pero los lodos residuales lo disminuyen y lo explican por el aumento en la acidez originada por la mayor nitrificación y producción de CO_3H que provocan los lodos al tener más cantidad de nutrientes y contenido de Carbono que el estiércol y que los cationes básicos no son capaces de neutralizar.

1.6.11. Efecto sobre otras propiedades físicas-químicas de los suelos.

El mejoramiento de la estructura del suelo y la formación de gránulos y agregados estables por el humus son considerados en **FAO, (1979)** como las causas del aumento en la porosidad y la disminución de la densidad aparente. o volumétrica encontrada en varios suelos de China al aplicar compostes de diferentes materiales.

1.6.12. Efecto sobre los rendimientos de los pastos y forrajes.

La aplicación de estiércol vacuno en los pastizales, según **Voisin,(1962)** tiene un efecto beneficioso en los rendimientos a la vez que contribuye a la recirculación de los nutrientes dentro del sistema de producción ganadero, **Simmons y Traphagen,(1970)** coinciden con esto y consideran que 10 t/ha aplicadas en los pastos son suficientes para alcanzar buenos resultados, sin embargo, **Tveines,(1979)** utilizando dosis crecientes de este abono hasta las 300 t/ha en varios cultivos forrajeros de distintos lugares de Noruega, encuentra que durante el primer año hay un aumento lineal en los rendimientos manteniéndose un efecto considerable a las dosis superiores al tercer y cuarto año. Para forrajes, **Tunney, (1980)** recomienda entre 40 y 45 t/ha aplicadas por lo menos 6 meses antes del corte, pero **Pratts y Laags,(1981)** al utilizar dosis de: 0; 49; 79 y 58 t/ha base seca de este abono, obtienen con 79 t/ha la mejor respuesta en la hierba Sudan pues con la cantidad siguiente se presentó un significativo efecto depresivo. **Castellanos y Pratts,(1981)** sin embargo, encuentran en un experimento en condiciones de casa de cristal que el estiércol produjo un rendimiento en el primer corte menor que en el control.

En Cuba, los resultados obtenidos en varios suelos con diferentes gramíneas en siembra, rehabilitación o mantenimiento, indican que la sola aplicación del estiércol incrementa marcadamente el rendimiento del pasto con respecto al control de cada uno, no obstante, las cantidades con las cuales se alcanza esta respuesta también varía grandemente.

Así, **Corona et al., (1981)** plantean que con 20 t/ha base húmeda, hay un aumento del 45 % sobre el control; **Cordoví y López, (1982)** informan que con 25 t/ha base seca se obtiene un 36 % más de rendimiento; mientras **Crespo y Oduardo,(1985)** alcanzan porcentajes similares pero con 40 t/ha base seca.

Por su parte, **Cordoví y Gómez, (1982)** al utilizar la Bermuda cruzada 1 en un suelo arcilla Bayamo, informan que 45 t/ha anuales de estiércol aumentan los rendimientos en un 42 % sobre el testigo y **Arteaga y Martínez, (1983)** en este mismo cultivo pero en un suelo Pardo grisáceo y utilizando regadío, encuentran que hay un 72 y un 67 % más de rendimiento al aplicar 30 y 50 t/ha cada año de este abono respectivamente, mientras **Portieles et al.,(1985)** en el mismo suelo plantean que la sola aplicación de 21 t/ha/año produjo más del doble del rendimiento de la Pangola. El estiércol de aves o gallinaza, es otro desecho de origen animal que se ha empleado como fertilizante para aumentar los rendimientos de las

cosechas, así en un grupo de experimentos conducidos en Irlanda del Norte, **Adams, (1973a)** encuentra que hay de forma general, en todos ellos un aumento en los rendimientos sobre el testigo al utilizar una dosis elevada de estos abonos.

En un trabajo posterior, **Adams, (1974)** informa que esta respuesta se mantuvo durante tres años, un resultado similar alcanza Temple-Smith, (1980) en un suelo Podsolico de Australia, utilizado en este cultivo con niveles variables desde 0 hasta 32 t/ha de gallinaza.

En Cuba, **Gandarilla et al., (1984)** encuentran que 25 t/ha de gallinaza elevan considerablemente los rendimientos del Pasto estrella durante tres años sobre el testigo, en un suelo Fersialítico rojo pardusco ferromagnesial con alta capacidad de fijación de fósforo y **Zhuravliova et al., (1986)** al usar 4t/ha de este abono informa de un 207 % de aumentos en los rendimientos del Rhodes común en un suelo salino del valle de Guantánamo.

1.7. Producción de biomasa forrajera en alfalfa

En un trabajo conducido por **Cerna, et. al. (2006)** en Trujillo, se evaluó el comportamiento de las variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) Monsefú (V1) y San Pedro (V2), utilizando cinco métodos de siembra: voleo (M1), línea continua (M2), plantas cada 0,10 m (M3), plantas cada 0,20 m (M4) y plantas cada 0,30 m (M5). El mayor rendimiento de forraje verde en el primer y segundo cortes se obtuvo con la variedad San Pedro (V2), con promedios de 18,25 y 27,12 t/ha, respectivamente, sin diferir estadísticamente de la variedad Monsefú (V1), con la que se obtuvo promedios de 17,98 y 25,66 t/ha. En relación al método y densidad de siembra, se encontró que, en el primer corte, con la modalidad de siembra en línea continua (M2) se obtuvo el mayor rendimiento de forraje verde, con 19,88 t/ha, sin diferir de la siembra cada 0,20 m (M4), con la que se logró 19,00 t/ha.

En el segundo corte, la modalidad con plantas cada 0,20 m (M4) obtuvo el mayor rendimiento de forraje verde, con 31,36 t/ha, superando significativamente ($p < 0.05$) a los demás tratamientos.

Con la variedad San Pedro (V2) en el primer corte se obtuvo el mayor rendimiento de forraje verde, así como los mayores promedios en el número de tallos/planta y número de plantas/m². En el segundo corte también se registró los mayores promedios en el número de tallos/planta y número de plantas/m² (**Cerna et al., 2006**).

En un ensayo realizado por **Zambrano et al. (1973)** en Chorrillos-Lima con las variedades de alfalfa Moapa y Santa Lucía, se evaluaron 5 épocas de corte, siendo éstos cada 25, 30, 35 y 40 días (sistema calendario), y cortes al presentar las plantas rebrotes de 5 cm. La variedad Santa Lucía no presentó diferencia estadística significativa en rendimiento diario de materia seca entre cortes siguiendo el sistema calendario y cortes efectuados al presentar las plantas rebrotes de 5 cm. de altura. Esta información sugiere que, basados en consideraciones de fisiología y manejo adecuado de este cultivo, es recomendable cortar o pastorear cuando las plantas presentan rebrotes de 5 cm. (coincidiendo esto con el inicio de floración), lo que permitirá, además, la obtención de altos rendimientos de forraje y propender al mantenimiento de altas poblaciones de plantas a través del tiempo. La alfalfa Moapa presentó sus más altos rendimientos al corte con rebrote de 5 cm., superando significativamente ($p < 0.05$) a los obtenidos bajo sistema de calendario.

En la provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, se realizó un estudio para evaluar las variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L) Alabama 350, Alabama 550, Moapa, CUF 101, California 55, Monsefú y Pallasquina (testigo) al corte de instalación de cultivo. La altura de planta fue 50.65, 57.84, 57.64, 57.61, 56.25, 62.08 cm. respectivamente, no hallándose diferencias estadísticas significativas entre variedades. El diámetro de tallo mostró diferencias estadísticas entre los genotipos en estudio, no existiendo diferencias significativas entre Alabama 500 (2.95 mm), Alabama 305 (2.85 mm), CUF 101 (2.75 mm) y Pallasquina (2.82 mm), así como entre Moapa (2.60 mm) y Monsefú (2.63 mm), pero sí entre las demás comparaciones. Se encontraron diferencias estadísticas significativas en la relación hoja/tallo entre las variedades Monsefú (59.0/41.0), Alabama 350 (58.3/41.7), Alabama 550 (53.1/46.9), que superaron a los genotipos Moapa (47.1/52.9), CUF 101 (46.8/53.2), California 55 (47.4/52.6) y Pallasquina (45.8/54.2). Estos resultados muestran que hay genotipos que muestran una alta proporción de hojas (más del 50%) con respecto al peso de la planta, lo que implica una buena calidad, ya que se asocia con un mayor valor nutritivo; pero también hay genotipos con una menor relación hoja/tallo, como es el caso de las variedades Moapa, CUF 101, California 55 y Pallasquina. Si bien no se encontraron diferencias estadísticas significativas de rendimiento de forraje en los genotipos evaluados, se observa que para el corte de instalación, sobresalen los genotipos California 55 (9.400 tm/ha/corte), Alabama 550 (8.675 tm/ha/corte) con respecto a los genotipos Alabama 350 (6.375 tm/ha/corte), Moapa (8.275 tm/ha/corte), Cuf 101 (7.3 tm/ha/corte), Monsefú (6.875 tm/ha/corte), Pallasquina (7.45 tm/ha/corte). No se encontró diferencias estadísticas

significativas en cuanto a MS, PC, cenizas, extracto etéreo, fibra bruta y fibra neutro detergente; pero sí hubo diferencias estadísticas en cuanto a fibra ácido detergente.

VARGAS (2008), en un estudio realizado en la zona de Jaén y Lambayeque, en la Estación Experimental de Vista Florida, del CRIA II, perteneciente al distrito de Picsi, provincia de Chiclayo, se evaluaron los rendimientos promedios de doce variedades de alfalfa a través de 20 cortes. Los rendimientos oscilan entre 19.54 y 17.48 tm/ha/corte, destacando los ecotipos nacionales “San Pedro” y “Monsefú” y el cultivar introducido “Sonora 70”, con 19.54, 19.39, 19.23 tm/ha/corte, respectivamente, en relación a las demás variedades en estudio. Los resultados intermedios correspondieron a las variedades que produjeron entre 18 y 19 tm/ha/corte, estando en este grupo “Moapa 69”, “Florida 66”, “Mex Son”, “Brand 819”, “Moapa Certificada”, “Abunda Verde Brand” y “S.W. 44”, con rendimientos de 18.90, 18.74, 18.67, 18.64, 18.51, 18.51 y 18.17 tm/ha/corte, respectivamente. En cuanto a los rendimientos por cada corte, los mejores rendimientos fueron para los cortes 3°, 2° y 4°, con promedios entre 23.30 y 22.47 tm/ha, respectivamente, superando significativamente a los demás cortes evaluados. También se evaluaron las frecuencias de corte, cuyo promedio fue 34.6 días, oscilando entre 23 a 62 días. La estación de verano presentó la mayor estrechez entre cortes, con un promedio de 28.7 días. Esto se debe posiblemente a la alta radiación solar registrada, que disminuía el periodo vegetativo, acortando los rangos de inicio de floración. La frecuencia de corte en invierno y primavera fue de 36 y 37.9 días; y en otoño se llegó a obtener en promedio 40.9 días de intervalo entre cortes (**Pérez, 1976**).

1.8. Riegos

La cantidad de agua aplicada al cultivo de alfalfa depende de la capacidad de retención de agua por el suelo, de la eficiencia del sistema de riego y de la profundidad de las raíces. La alfalfa requiere la administración hídrica de forma fraccionada, ya que sus necesidades varían a lo largo del ciclo productivo. Si el aporte de agua está por encima de las necesidades de la alfalfa, disminuye la eficiencia de la utilización del agua disponible. El aporte de agua en caso de riego por inundación es de 1000 m³/ha, y en riego por aspersión será de 880 m³/ha (**Infoagro, 2015**).

1.9. Prácticas de cultivo

La alfalfa puede sembrarse al voleo en melgas, en líneas o en surcos, con un distanciamiento de 25 a 30 cm entre líneas o surcos. La semilla, por ser muy pequeña, no puede quedar enterrada a profundidades mayores de 2 cm, porque se puede afectar la emergencia de las plántulas. Un método práctico para enterrar la semilla cuando ésta es voleada en las melgas es pasar ramas arrastradas por los trabajadores, animales o tractor, o hacer pasar un rebaño de ovinos o caprinos para así cubrir la semilla y protegerla de la acción de los insectos, aves, viento y rayos del sol que pueden dañarla (**Biblioteca Agropecuaria, 2006**).

1.10. Plagas de alfalfa

Las plagas de la alfalfa retardan su desarrollo, defolian las plantas, disminuyen el desarrollo de semillas y matan a las plantas, reduciendo la producción de biomasa forrajera. Igualmente, son vectores de virus o crean puntos de entrada para hongos y bacterias patógenas que atacan el follaje, tallos o raíces y a las vainas en desarrollo. El control químico de los insectos o plagas de la alfalfa ha encontrado algunas limitantes, como el uso excesivo de insecticidas y la necesidad de reducir los costos de producción (**Alarcón *et al.*, 2008**).

Los Trips son pequeños insectos chupadores que pueden causar daños en las hojas o yemas terminales; igualmente los áfidos o pulgones. En este caso el control se debe realizar cuando haya daño económico; es decir, cuando haya un promedio de 10 pulgones por tallo, o se note un color amarillento causado por las sustancias que inyectan con su aparato bucal cuando están chupando la savia del envés de las hojas o yemas terminales (**Biblioteca Agropecuaria, 2006**).

1.11. Calidad nutritiva

Las leguminosas generalmente presentan un elevado contenido de proteína en sus hojas, en comparación con las gramíneas; además, por ser fijadoras de nitrógeno del aire tienen a su disposición este elemento para la síntesis de proteína (**Urbano, 2003**). En un análisis realizado cuando el retoño tuvo 5 cm. de altura, se reporta un contenido de 20.2% de proteína cruda, 25.9% de fibra cruda y 11.7% de cenizas (**Biblioteca Agropecuaria, 2006**).

El **Inifap (2000)** cita a Kalu y Fick (1983), quienes realizaron un trabajo de investigación en henos de alfalfa, reportando pérdida de calidad cuando se henifica debido a la pérdida de hojas, presentándose por tanto una mayor disminución de proteína y digestibilidad del heno debido a la caída de hojas. Reportan que los contenidos de proteína en henos de alfalfa varían según el estado de desarrollo de las plantas. Al estado fenológico de botón floral encontraron un contenido de proteína cruda mayor a 21%, entre 19 y 21% al inicio de floración, de 17 a 19% a la floración media, entre 13 y 16 % al estado fenológico de floración completa, y menor al 13 % de proteína a un mayor estado de madurez.

1.12. Características de algunas variedades

Beacon es una variedad de alfalfa no dormante (dormancia 9), desarrollada por *Forage Genetics* en California, EE.UU. Se caracteriza por su alta productividad y calidad de forraje, su elevada persistencia y su resistencia a múltiples plagas y enfermedades. Se han registrado producciones por sobre las 26 ton MS/ha/año, obteniéndose de 7 a 8 cortes anuales; tiene, además, una mayor relación hoja/tallo, destacándose por su elevado contenido proteico. Muestra una rápida recuperación después del corte, razón por la cual se adapta extremadamente bien a sistemas intensivos de corte frecuente. En siembras puras se recomienda usar entre 15 y 25 kg. /ha.

California 55 es una variedad tradicional de alfalfa no dormante (dormancia 9), seleccionada por el Programa de Desarrollo de *Anasac*. Ocupa un lugar importante entre las variedades de alfalfa más utilizadas, principalmente por sus elevadas producciones de forraje. En diversos ensayos ha demostrado ser la variedad de alfalfa con mayor potencial productivo, obteniéndose rendimientos que pueden sobrepasar las 30 tm/ha de MS en el segundo año de producción, con 7 a 8 cortes anuales. La planta es erecta, tiene una gran velocidad de rebrote después de cada corte y con buena relación hoja/tallo durante todo el periodo de crecimiento. En siembras puras se recomienda usar entre 15 y 25 kg. /ha.

San Pedro y monsefú. Son alfalfas representativas de la zona norte del país (Perú) y se encuentran distribuidas en los departamentos de La Libertad y Lambayeque. Son de apariencia fenológica semejante, con buenos rendimientos y resistencia media al ataque de plagas y enfermedades.

Cuf 101 es una variedad que pertenece al grupo de dormancia 9, con reposo invernal corto, de alta resistencia al pulgón verde y azul, alta resistencia a Fusariosis pero poca resistencia a la Antracnosis. Este genotipo tiene regular adaptación al pastoreo directo (**Sagra, 2015**), viéndose afectada por el pastoreo intenso.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución y duración del experimento

El presente trabajo experimental se desarrolló en el campo ubicado en el caserío de LLasavilca Centro, del distrito y provincia de Chota ubicado a 2,200 msnm.

2.2. Suelo, Clima y Vegetación

El distrito de Chota, cuya extensión territorial es de 261,8 km², está ubicado en la parte norte central del Perú, Limita por el norte con los distritos de Chiguirip y Conchán; por el oeste con el distrito de Lajas; por el sur con el Distrito de Bambamarca, capital de Hualgayoc; y, por el este con el Distrito de Chalamarca noreste de la provincia de Chota limitando, por el norte con la provincia de Cutervo; por el este con las provincias de Utcubamba y de Luya; por el sur con las provincias de Hualgayoc y Santa Cruz; y por el oeste con las provincias de Chiclayo y Ferreñafe.

El clima por lo general es un clima templado. Las precipitaciones se dan debido al Fenómeno del Niño de forma cíclica. Por la cercanía a la Línea Ecuatorial y por ser una ciudad ubicada en piso térmico bajo, tiene un invierno suave y un verano caluroso y lluvioso de noviembre a abril. La temperatura promedio es de 17.8°C.

La fase de campo se inició en el mes de mayo de 2016 y concluyó en el mes de septiembre del mismo año, con una duración de 5 meses de fase de campo. Posteriormente se realizaron los trabajos de gabinete y laboratorio para la determinación de los rendimientos y análisis de composición química.



Figura 1. Ubicación geográfica del estudio

2.3. Tratamientos Evaluados.

Se establecieron 4 tratamientos (dosis de abonamiento con guano de islas en alfalfa al segundo y tercer corte), tal como se muestran en el cuadro N° 1 indicado a continuación.

Cuadro N° 1: Tratamientos experimentales

Tratamiento	Dosis de abonamiento, t/ha
T ₁	1.5
T ₂	3.0
T ₃	6.0
T ₄	9.0

2.4 Instalaciones, equipos y materiales

2.4.1 Materiales

Para, del presente trabajo experimental, se utilizarán los siguientes materiales: wincha, mochila de fumigar, estacas de madera, cinta métrica, hoz, balanza, bolsas (papel y plástico), cámara fotográfica, etiquetas, plumón, cordel, zapapicos, rastrillos, entre otros.

2.4.2. Tamaño y número de parcelas

Las parcelas experimentales tenían 4.0 m de ancho x 7 m de largo, distribuyéndose cada tratamiento (dosis de abonamiento) al azar en cada bloque.

- Área por parcela: 28 m²
- Distancia entre parcelas: 0,5 m
- Número de parcelas por bloque: 4
- Número de bloques: 4
- Distancia entre bloques: 0,5 m
- Número de parcelas: 16
- Área total de parcelas: 448 m²
- Área total de campo experimental: 500 m²

2.5. Insumos

2.5.1. Agua de regadío.

La utilización del agua para riego se utilizó, por el sistema de inundación cada 25 días dependiendo de lo que requería el experimento.

2.5.2. Abonamiento

Previamente al establecimiento del experimento se realizó el abonamiento con abono de guano de islas procedente de Trujillo, espolvoreando de acuerdo a la dosis por cada uno de los tratamientos después de cada corte.

2.5.3. Materiales y equipos de laboratorio

Para los análisis de composición química de las muestras de forraje del presente experimento se utilizó:

- ✓ Estufa a 70 °C, para determinar materia seca parcial.
- ✓ Estufa a 105 °C, para determinar materia seca en TCO y BS
- ✓ Horno 600°C Para determinar materia orgánica y cenizas.
- ✓ Equipos de digestión y titulación para la determinación de proteína cruda

2.6. Manejo del experimento

Las parcelas de alfalfa para realizar los tratamientos de abonamiento del presente trabajo experimental se localizaron en el Caserío de Llasavilca Centro, del distrito y Provincia de Chota, donde se realizaron las labores culturales, primeramente, se realizó el deshierbo, luego se efectuó un riego para facilitar una mejor asimilación del abono por parte de la planta, seguidamente se incorporó la dosis de abonamiento correspondiente a cada uno de los tratamientos en evaluación.

Una vez que se ha deshierbado las parcelas del experimento es decir esté libre de malezas, se procederá, efectuar el trazo de las parcelas (4 m x 7 m), con una separación de 0,5 m entre parcelas y 0,5 m entre bloques, para lo cual se utilizará wincha, cordel, yeso y estacas. En las parcelas debidamente trazadas se efectuará el riego y el abonamiento, de acuerdo a cada uno de los tratamientos.

2.6.1. Muestreos

Una vez que efectuado las labores culturales (deshierbó), se realizó el corte o cosecha el cual se efectuó al estado fenológico de botón floral - inicio de floración, determinando previamente la altura de planta en 10 plantas al azar en cada tratamiento y bloque. Cosechado y pesado el forraje verde, inmediatamente luego se procedió a tomar una muestra representativa (aproximadamente 2 Kg) de cada tratamiento (alfalfa) para determinar el contenido de materia seca, materia orgánica, contenido de cenizas totales y relación hoja/tallo en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la UNPRG.

2.6.2. Parámetros de evaluación

2.6.2.1. Cortes y rendimiento de forraje verde

Para efectos de determinar los rendimientos de biomasa forrajera en cada una de las parcelas de cada bloque de los diferentes tratamientos y dosis de abonamiento en estudio. Los cortes se realizaron cuando el desarrollo fenológico de las variedades estaba entre el inicio y 10% de floración, que es el estado fenológico recomendado para el corte o pastoreo de alfalfa, coincidiendo en este caso con la presencia de rebrotes de 3 a 4 cm. Los

rendimientos de cada parcela y de cada repetición (bloques) se llevaron a kg/ha en cada uno de los dos cortes efectuados.

2.6.2.2. Altura de planta.

Para estimar la altura promedio de planta de cada una de las variedades de alfalfa se tomaron 10 plantas al azar por variedad y repetición (bloque), identificándose a cada una de éstas para registrar la altura de las mismas plantas en el segundo corte. Para medir la altura de planta se utilizó una regla graduada de 100 cm, colocándose en forma vertical, de forma que la parte inferior de la regla graduada (0 cm.) quede a nivel suelo, extendiendo los tallos de la planta hacia arriba para registrar la altura.

2.6.2.3. Número de tallos por planta y relación hoja/tallo.

Las plantas muestreadas y una vez medidas su altura, como se ha indicado en el punto anterior, se procedió a cortar y realizar el conteo del número de tallos por planta. Todos los tallos de estas plantas se colocaron luego en bolsas de papel y se llevaron al Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la UNPRG para ser secadas en estufa a 105 °C, a fin de determinar en ellas la relación **hoja/tallo en** base seca mediante la fórmula:

$$H:T = \frac{H}{T}$$

Dónde:

H:T = Relación Hoja: Tallo

H = Peso seco del componente hoja

T = Peso seco del componente tallo

2.6.3. Composición química:

Al momento de la cosecha del forraje de cada uno de los tratamientos de dosis de abonamiento de alfalfa en estudio, se tomaron muestras representativas de aproximadamente 0.50 Kg (de cada tratamiento y de cada parcela), las mismas que inmediatamente fueron pesadas en fresco, y luego llevadas al Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, para ser secadas en estufa a una temperatura de 70 °C y determinar en ellas el contenido de materia seca parcial.

De las muestras indicadas en el párrafo anterior, se hicieron muestras compuestas por cada tratamiento (de los 4 bloques) y por corte, en las cuales se hicieron los análisis de materia seca (MS), cenizas y proteína cruda (PC) en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, de acuerdo a la metodología indicada por Harris (1970).

2.7. Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó el diseño experimental Bloque Completo Randomizado (BCR) con arreglo factorial de 4 x 2 (4 niveles de guano de islas y 2 edades de corte)

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + F_k + E_l + FE_{jk} + E_{ijk}$$

Dónde: μ media poblacional

B_i : Efecto del i -ésimo bloque.

T_j : Efecto del j -ésimo tratamiento.

F_k : Efecto del k -ésimo nivel de abonamiento.

E_l : Efecto del l -ésimo edad de corte.

FE : Interacción.

E_{ijkl} : Error experimental.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Producción de forraje verde

En el Cuadro 2 y Grafico 1, se presentan los resultados de producción promedio de forraje verde de la alfalfa variedad bacum en el segundo y tercer corte, así como los promedios de cada uno de los tratamientos.

Cuadro 2. Producción de forraje verde (t/ha), según tratamientos

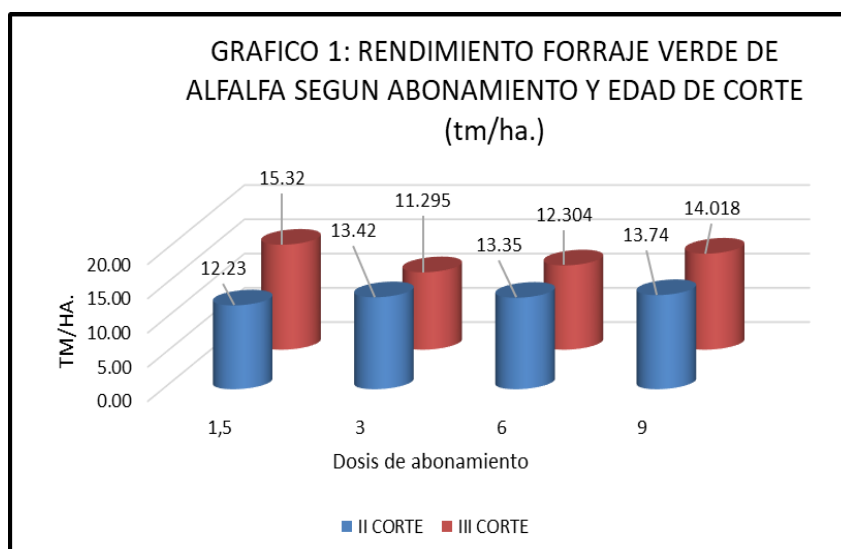
	Dosis de abonamiento							
Dosis	1,5		3		6		9	
Número de corte	II corte	III corte	II corte	III corte	II corte	III corte	II corte	III corte
Tratamientos	T ₁	T ₅	T ₂	T ₆	T ₃	T ₇	T ₄	T ₈
Promedio por tratamientos	12.232	15.321	13.420	11.295	13.348	12.304	13.741	14.018
Promedio por fertilización	13.777 ^a		12.357 ^a		12.826 ^a		13.879 ^a	
	II CORTE				III CORTE			
Promedio por corte	13.19 ^a				13.23 ^a			
Diferencia %				0.05			

a_ / Exponencial indicando que no hubo diferencia estadísticas entre medias

Se observa que el rendimiento promedio de forraje verde de todos los tratamientos al primer corte, No hubo diferencias estadísticas significativas, entre bloques, entre tratamientos, niveles de abonamiento o del corte sobre el rendimiento de materia verde Anexo 1. Así mismo, puede observarse que el tratamiento T₅ al III corte, fue el de mayor producción de forraje verde, con 15.321 Tm/ha, seguido del T₈, T₃, T₂, T₇, T₁, T₆, con 14.018, 13.741, 13.348, 13.428, 13.304, 12.232, 11.295 Tm/ha, respectivamente, sin mostrar diferencias estadísticas significativas.

Los resultados de producción de forraje verde encontrados en el presente experimento son más bajos que los reportados por **Becerra (2003)**, quien encontró mayores producciones y diferencias significativas entre el primer corte (29.35 TM/ha), resultados contrarios a los hallados en el presente trabajo. En el caso de la variedad California 52, dicho autor reporta una producción de forraje verde de 24.83 TM/ha en el primer corte. Estas diferencias se deberían posiblemente a las diferentes condiciones ambientales en las que se desarrollaron ambos trabajos.

Así mismo, las volúmenes de producción de forraje verde encontrados en el presente experimento son inferiores a los reportados por **Pérez (1976)**, quien en su trabajo de investigación con 20 variedades de alfalfa, encontró rendimientos promedios de forraje verde que oscilaban entre 19.54 y 17.48 TM/ha-corte, destacando las alfalfas nacionales San Pedro y Monsefú, y la variedad introducida Sonora 70, con 19.54, 19.39 y 19.23 TM/ha-corte, respectivamente, en relación a las demás variedades en estudio. Resultados intermedios, pero igualmente superiores a los del presente trabajo reporta dicho autor para las variedades de alfalfa Moapa 69, Florida 66, Mex Son, Brand 819, Moapa Certificada, Abunda Verde Brand y SW 44, con rendimientos de 18.90, 18.74, 18.67, 18.64, 18.51, 18.51 y 18.17 TM/ha-corte, respectivamente. En cuanto a los rendimientos de forraje verde por corte, el autor **Noli et al. (2006)** en alfalfa Bacum (16 TM/ha) y California 55 (15 TM/ha), similares a los encontrados en el presente trabajo, en otro experimento realizado por **Noli et al. (2004)** en el departamento de Huánuco, ambiente diferente, reporta producciones promedio de forraje verde de alfalfa para el primer corte en bacum (5.99 TM/ha), por debajo a lo encontrado en nuestro trabajo.



En el gráfico 1, se puede ver la comparación de rendimiento (tm/ha) en relación al rendimiento promedio de forraje verde entre dosis de abonamiento, donde se observa que el tratamiento con dosis de abonamiento T₅, con una dosis de abonamiento de 1,5 toneladas /ha produjo más forraje verde (15.321 tm/ha.) con respecto a las demás dosis de abonamiento que muestran rendimientos inferiores.

3.2. Contenido de materia seca.

En el siguiente Cuadro se observa el contenido en materia seca, según tratamientos, niveles de abono y edad de corte

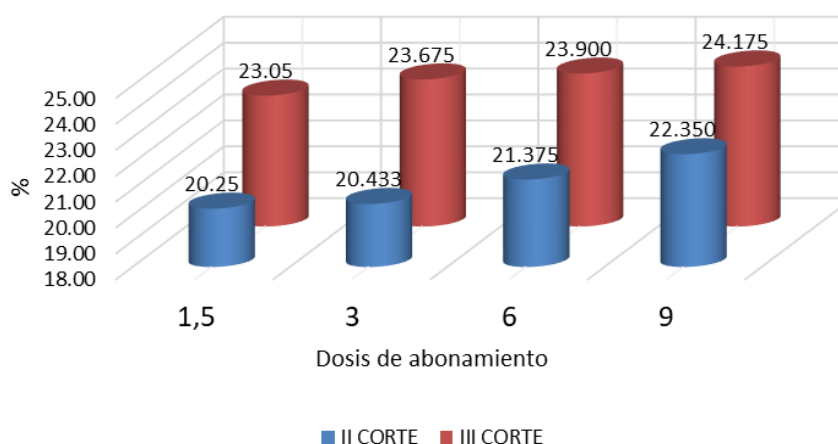
Cuadro 3. Contenido de materia Seca según tratamientos (%)

	Abonamiento, tm/ha							
Dosis	1,5		3		6		9	
N° corte	II	III	II	III	II	III	II	III
Tratamientos	T ₁	T ₅	T ₂	T ₆	T ₃	T ₇	T ₄	T ₈
Promedio Tratamiento	20.25 ^a	23.05 ^a	20.43 ^a	23.68 ^a	21.38 ^a	23.90 ^a	22.35 ^a	24.18 ^a
Promedio abonamiento	21.65 ^a		22.05 ^a		22.64 ^a		23.26 ^a	
	II corte				III corte			
Promedio edad de corte %	21.10 ^a				23.70 ^b			

a, b_ / Exponenciales indicando diferencias estadísticas (p<0.01)

La información expuesta muestra que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos y ello explica que no se diferencian en el contenido de materia seca entre niveles de abonamiento; y solo existen diferencias (p<0.01) entre cortes. Sin embargo se debe anotar que al tercer corte y con el mayor abonamiento se observó el mayor contenido de materia seca (24.18%), que entre niveles de abono también es mayor con el mayor nivel de abono (23.26%) y al tercer corte, igualmente, hubo mayor materia seca (23.70%).

GRÁFICO N° 2: MATERIA SECA EN ALFALFA
SEGÚN ABONAMIENTO Y EDAD DE CORTE EN %



Las materias secas promedios encontrados en el presente experimento difieren con los reportados por **Becerra (2003)**, quien al evaluar la producción de materia seca de alfalfa en el I corte, encontró rendimientos superiores de materia seca en alfalfa California, reportando 1.90 TM/ha en el primer corte. Estas diferencias posiblemente se deban a que ambos experimentos se desarrollaron en diferentes condiciones ambientales; pues el presente experimento se desarrolló en parte de sierra, diferente al área indicada por **Becerra (2003)**.

Argote et al. (2004), en un experimento con diferentes variedades de alfalfa en condiciones semiáridas del altiplano de Puno, y **Morales et al. (2006)** en 14 variedades de alfalfa, respectivamente, reportan producciones promedio de materia seca en las variedades Rebound y Joya (4.88 TM/ha-corte), en las variedades CUF 101 (4.05 TM/ha-corte) y Moapa (4.11 TM/ha-corte), respectivamente, rendimientos superiores a los encontrados en el presente experimento.

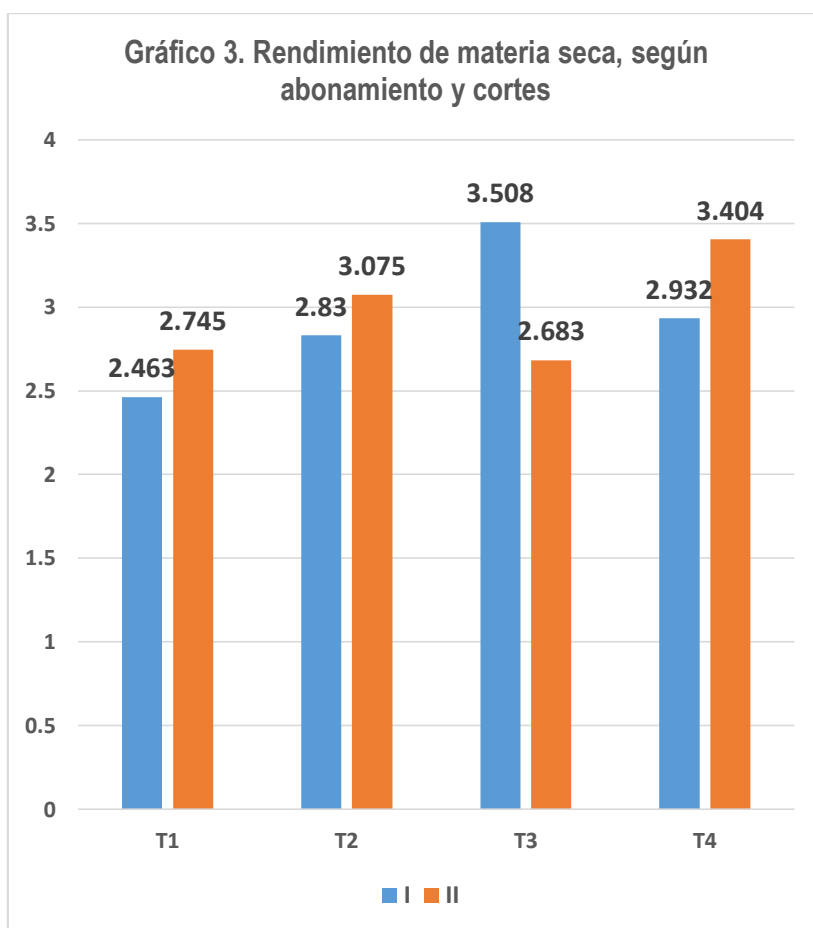
En el Gráfico 2, se puede apreciar el comparativo porcentual de rendimiento promedio de materia seca entre tratamientos, donde se puede observar que el tratamiento T₃ supero al T₄, T₂, T₁, en un rendimiento de materia seca de 0.24%, 1.21%, 1.81%, sin embargo no se hallaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.01$) entre bloques y entre tratamientos según se muestra en el anexo 3

Cuadro 4. Rendimiento de materia Seca (t/ha), según tratamientos

Número de corte	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	Promedio
I	2.463	2.830	3.508	2.932	2.933^a
II	2.745	3.075	2.683	3.404	2.977^a
Promedio	2.604^a	2.963^a	3.096^a	3.168^a	2.955

a_/ Letra exponencial para indicar que no hay diferencias estadísticas entre medias

La información expuesta indica que el rendimiento de materia seca va aumentando según el nivel de abono aplicado y también aumenta en el tercer corte en comparación al segundo. Gráfico 3.



Estadísticamente (Anexo 3), no se encontraron diferencias estadísticas significativas según nivel de abonamiento, edad de corte o la interacción de los factores.

3.3. Atributos agronómicos de la alfalfa.

El cuadro que sigue contiene la información de las variables evaluadas

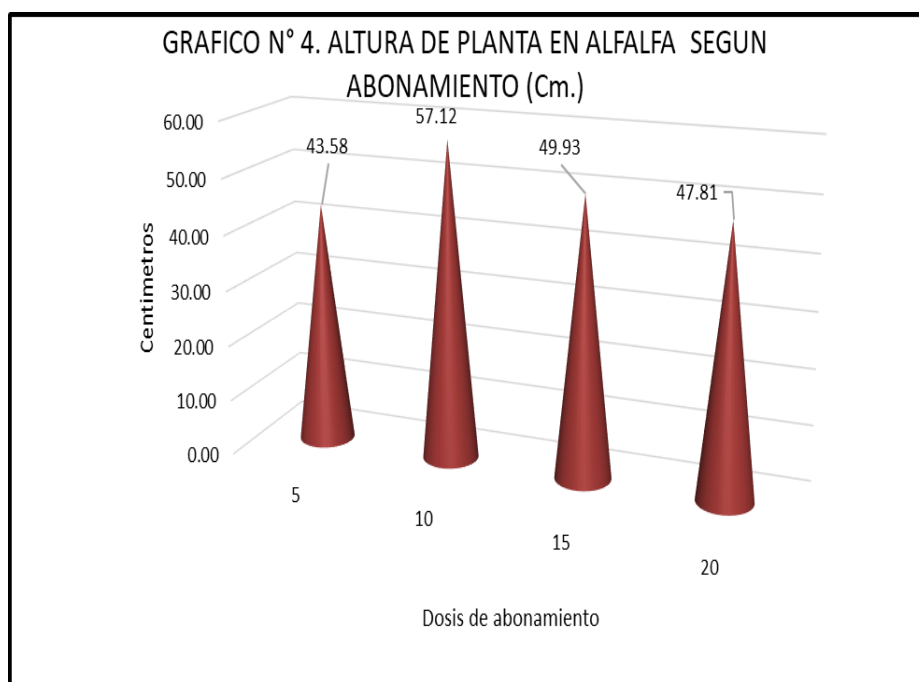
Cuadro 5. Atributos agronómicos en alfalfa, variedad Bacum

Atributo:	Dosis de estiércol de vacuno							
Dosis	5		10		15		20	
Número de corte	II corte	III corte	II corte	III corte	II corte	III corte	II corte	III corte
Tratamientos	T1	T5	T2	T6	T3	T7	T4	T8
Altura planta	43.6	43.575	50.775	63.469	47.300	52.556	46.000	49.611
Abonamiento	43.575 a		57.122 a		49.928 a		47.806 a	
Cortes	II corte				III corte			
	46.913 a				52.303 a			
Diferencias,%				5.390			
Diámetro tallo	0.210	0.210	0.230	0.288	0.218	0.242	0.170	0.242
Abonamiento	0.210 a		0.259 a		0.230 a		0.206 ^a	
Cortes	II corte				III corte			
	0.207 a				0.245 a			
Diferencias,%	0.04						
Largo de hoja	2.803	2.803	2.470	3.088	2.533	2.814	2.420	2.947
Abonamiento	2.803 a		2.779 a		2.673 a		2.684 a	
Cortes	II corte				III corte			
	2.556 a				2.913 b			
Diferencias,%				4.180			
Ancho de hoja	1.557	1.227	1.780	1.510	1.763	1.480	1.700	1.510
Abonamiento	1.392		1.645		1.622		1.605	
Cortes	II corte				III corte			
	1.700				1.432			
Relación H:T	22.62	40.20	21.20	48.46	23.34	49.42	23.63	52.01
Abonamiento	31.410		34.831		36.381		37.821	
Cortes	II corte				III corte			
	22.698				47.523			
Nº macollos	11.18	11.18	11.78	14.72	11.08	12.31	10.60	12.67
Abonamiento	11.175 a		13.247 a		11.690 a		11.633 a	
Cortes	II corte				III corte			
	11.156 a				12.716 b			
Nº de rebrotes	2.775	2.775	2.700	3.375	3.075	3.417	2.600	3.639
abonamiento	2.775 a		3.038 a		3.246 a		3.119 a	
Edad de corte	II corte				III corte			
	2.79 b				3.30 a			
Diferencias,%				0.51			

a,b_/ Exponenciales indicando diferencias significativas entre medias.

3.3.1. Altura de planta

En el cuadro 4 y gráfico 4, se presentan los resultados del promedio de altura de planta al II y III corte de alfalfa en el presente experimento.

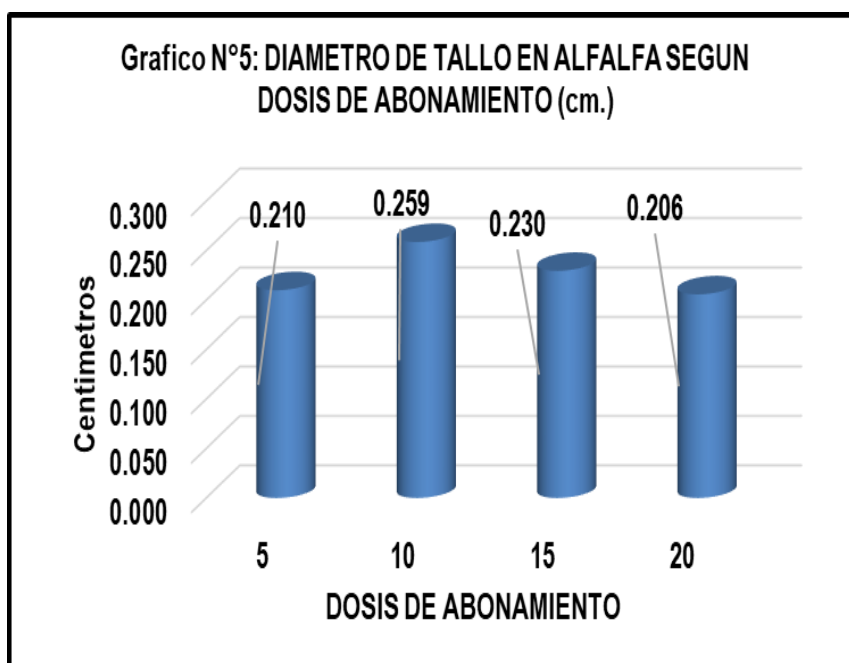


En el gráfico 4, Se observa que la altura promedio al segundo y tercer corte más alto lo obtuvo el T₂, con 57.12 cm. Las diferencias entre bloques justifican el bloqueo de parcelas para controlar el efecto de pendiente u otra variable del suelo. Solamente se encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$) entre cortes e indica una mayor altura de planta al 3er. Corte con respecto al 2do. No hubo efecto del nivel de abono sobre altura de planta, como se observa en el Anexo 4.

Sin embargo los resultados de altura de planta alcanzados en el presente experimento son superiores a los reportados por **Noli et al. (2004)** en un experimento con alfalfa en la Estación Experimental Agraria Santa Ana del INIA, distrito el Tambo-Huancayo (departamento de Junín), quienes encontraron alturas de planta entre 49.67 cm y 39.67 cm (44.85 cm promedio), siendo estos resultados inferiores a los hallados en nuestro trabajo de investigación.

3.3.2. Diámetro de tallo

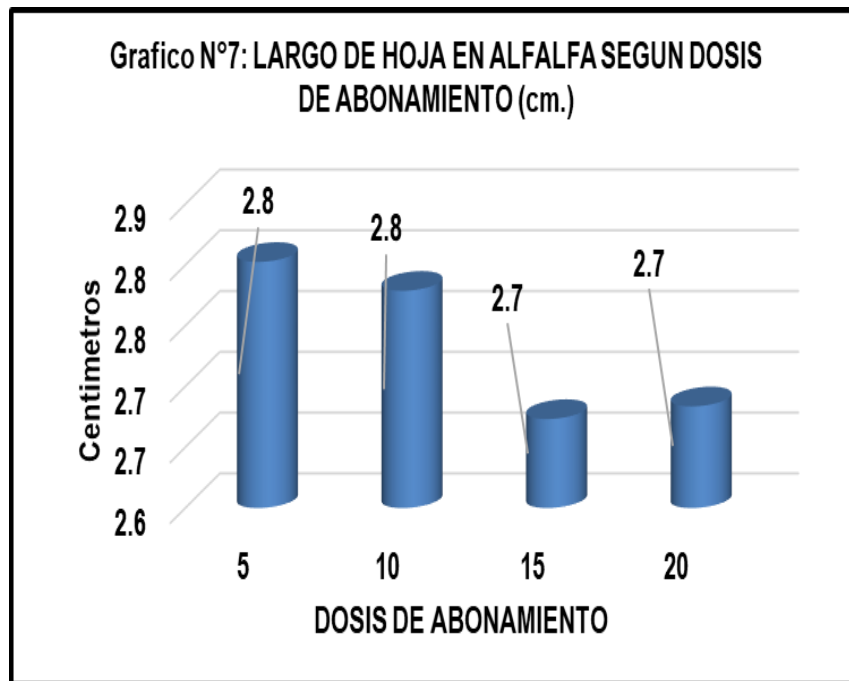
En el cuadro 4 y gráfico 5, se presentan los resultados del promedio de diámetro de planta al II y III corte y para cada uno de los tratamientos de alfalfa en el presente experimento.



En el gráfico 5, No existieron diferencias estadísticas entre bloques, tratamientos, efecto de F, efecto de C o sus interacciones. Anexo 5.

3.3.3. Largo de hoja

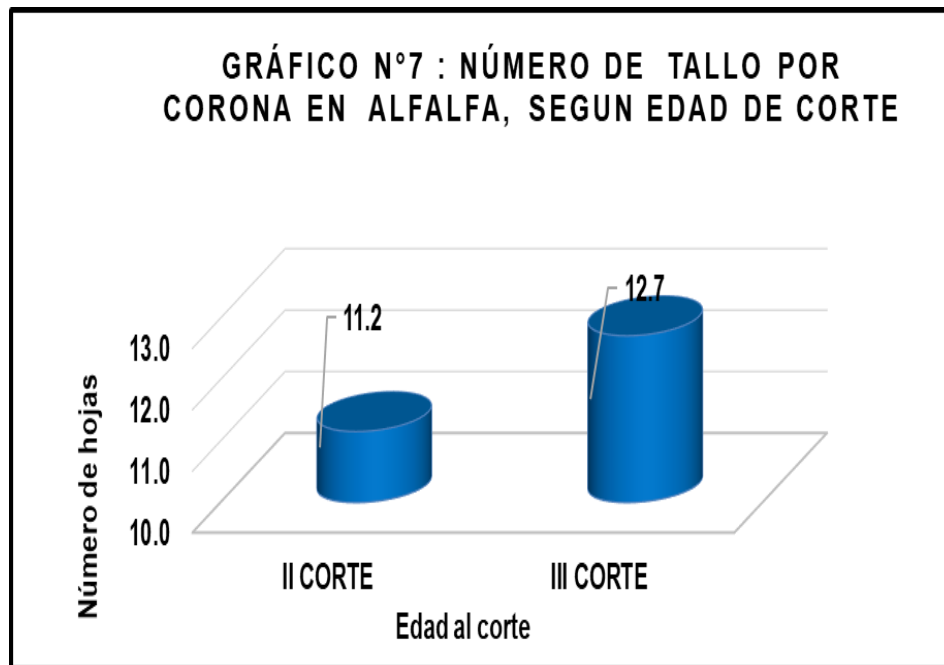
En el cuadro 4 y gráfico 6, se presentan los resultados del promedio de largo de hoja al II y III corte y para cada uno de los tratamientos de alfalfa en el presente experimento.



En el gráfico 6, Se observa el largo de hoja de alfalfa promedio de todos los tratamientos donde se puede mostrar que existen diferencias entre bloques lo que justifican el bloqueo de parcelas para controlar el efecto de pendiente u otra variable del suelo. Solamente se encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$) entre cortes e indica un mayor largo de hojas al 3er. Corte con respecto al 2do. No hubo efecto del nivel de abono sobre largo de hoja ni de la interacción. Anexo 6.

3.3.4. Número de tallos por corona

En el cuadro 4 y gráfico 7, se presenta la capacidad de macollamiento, es decir el número promedio de tallos por planta o corona al II y III corte de alfalfa en el presente experimento.



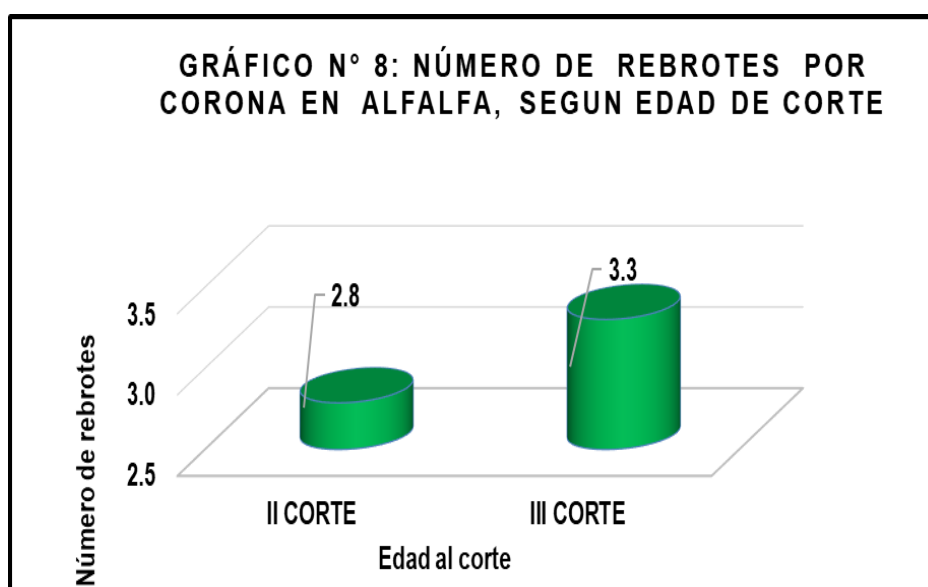
En el gráfico 7, Se observa el número de macollos/ corona de alfalfa promedio de todos los tratamientos donde se encontró Se encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$) entre tratamientos y se explica porque hubo efecto del nivel de abono ($p < 0.05$), del corte ($p < 0.01$) e interacción de los dos factores evaluados. La interacción significativa ($p < 0.05$) explica que el número de macollos será diferente en cada nivel de abono y condicionado a si es en el 2 o 3er. Corte. Anexo 7

Diversos investigadores reportan valores variables en cuanto al número de tallos por planta en alfalfa. **Noli et al. (2004)**, en un trabajo de investigación sobre diferentes dosis y tipos de estiércol en alfalfa Moapa, reportan un mayor número de tallos por planta (8 en promedio), superior a lo encontrado en el presente experimento. Sin embargo, el mismo autor, al evaluar cuatro variedades de alfalfa, siendo una de ellas la variedad California 52, encontró menor número de macollos por planta en el primer corte (2.53) y en el segundo (3.32), promedios que muestran la misma tendencia, pero mayores a los encontrados en el presente trabajo de investigación. **Cerna et al. (2006)** reporta valores mayores a los del presente trabajo en las variedades Monsefú (2.46 tallos/planta) y San Pedro (2.54 tallos/planta) al primer corte. Por su parte **Noli et al. (2012)** en un estudio sobre caracterización agronómica de gramíneas y leguminosas (alfalfa) forrajeras a 3,600 m.s.n.m. en la Región Huancavelica, también encontró un mayor número de tallos por planta que en

el presente trabajo en las variedades de alfalfa de dormancia 9, California (11.66), WL Beacon (11.0) y WL 625 Hq (9.66).

3.3.5. Número de brotes por corona

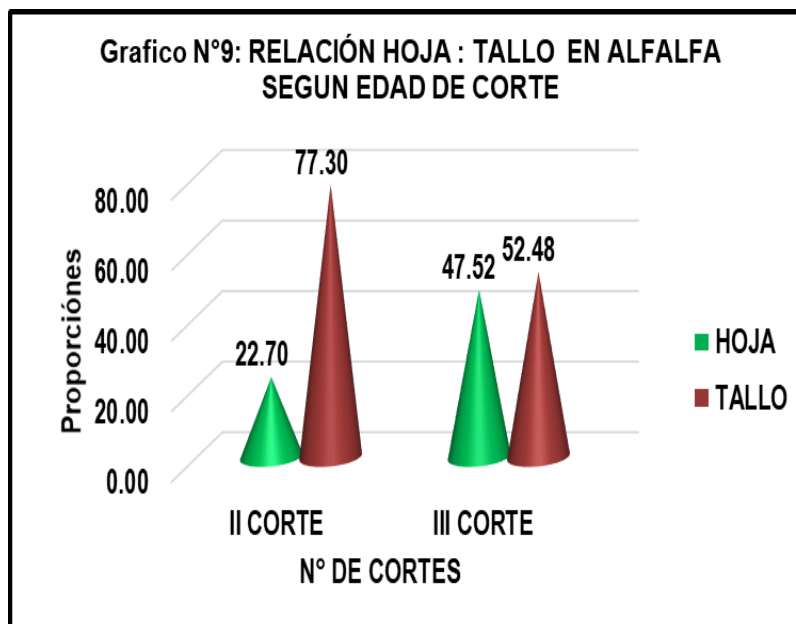
En el cuadro 4 y gráfico 8, se presenta la capacidad de rebrotamiento antes del corte, es decir el número promedio de brotes por planta o corona al II y III corte de alfalfa en el presente experimento.



En el gráfico 8, Se observa el número de rebrotes/ corona de planta de alfalfa promedio de todos los tratamientos donde el III corte supera al corte II, mostrando diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$) entre tratamientos se explica porque hubo efecto del corte ($p < 0.01$) sobre el número de macollos. **Anexo 8.**

3.3.6. Relación hoja/tallo.

En el Cuadro 4 y gráfico 9, se presentan los valores de relación hoja/tallo determinados en base seca en cada uno de los cortes y variedades de alfalfa en estudio. Los promedios de relación hoja/tallo al primer corte de alfalfa.



En el grafico 9, se observa en el experimento en cuanto al segundo corte es mayor la proporción de tallo con respecto al tercer corte, sin embargo en el segundo corte la relación hoja: tallo es de 22.70: 77.30 de tallo, lo que en el tercer corte tenemos la relación hoja : tallo de 47.52 :52.48 de tallo mostrando una mejor proporción de hojas con respecto al tallo.

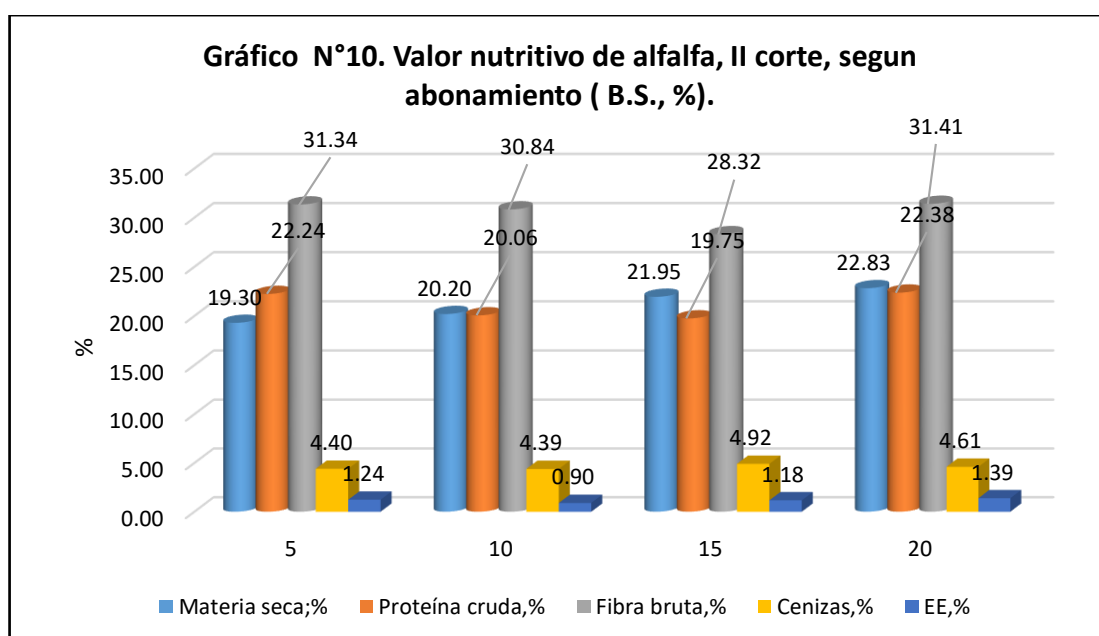
Las relaciones hoja/tallo encontradas en el presente trabajo de investigación son mayores a las encontrados por **Hoyos (2007)** en un ensayo comparativo de siete variedades de alfalfa durante cuatro cortes en Cutervo – Cajamarca, con excepción de la variedad Monsefú, quien reporta Relaciones de hoja/ tallo de 1.44 para la variedad Monsefú, 0.88 para CUF 0.90 para California 55. Kalu y Fick (1983), citados por el **Inifap et al. (2000)**, realizaron un trabajo de investigación en henos de alfalfa, reportando pérdida de calidad cuando se henifica, debido a la pérdida de hojas, presentándose por tanto una mayor disminución de proteína y digestibilidad en estos henos, ya que la mayor concentración de proteína y mayor digestibilidad tienen las hojas que los tallos.

3.4. Composición química de la alfalfa

En el Cuadro 5, podemos observar el contenido de materia seca, proteína cruda, fibra bruta, cenizas, y extracto etéreo, en base seca (BS) de los diferentes Tratamientos de alfalfa en estudio al segundo corte. Se observa que el mayor contenido de materia seca al momento de cosechar la alfalfa la tuvo el tratamiento T₄, con 22.83% de materia seca, seguido del T₃, T₂, T₁ (21.95, 20.20, 19.30 %).

Cuadro 6. Composición química (%) al II corte en alfalfa, variedad Bacum

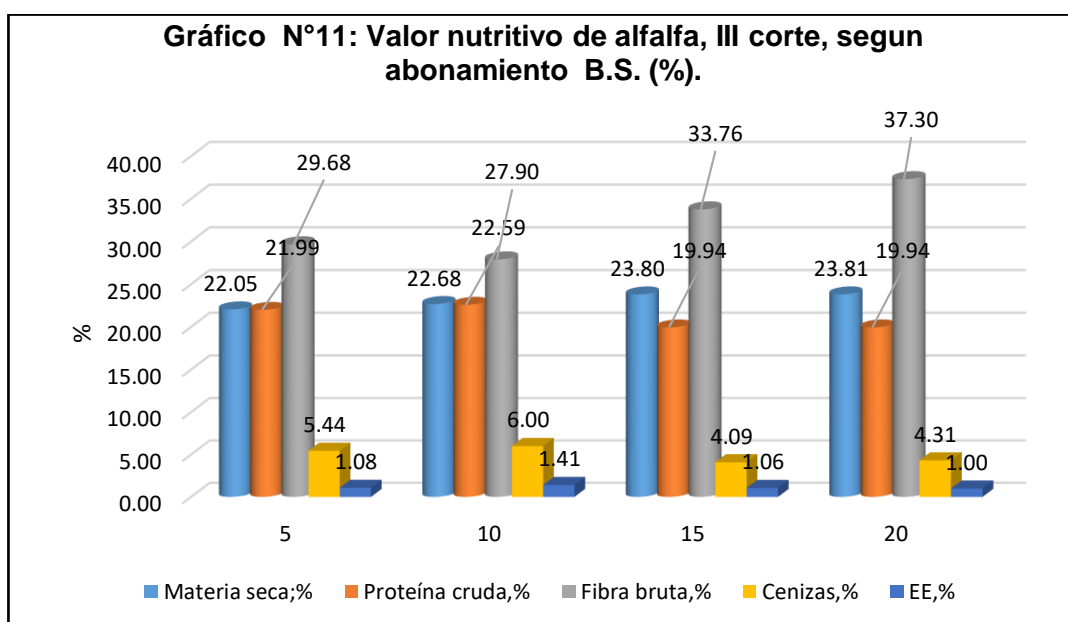
Parámetro	Dosis de abonamiento			
	5	10	15	20
Materia seca, %	19.30	20.20	21.95	22.83
Proteína cruda, %	22.24	20.06	19.75	22.38
Fibra bruta, %	31.34	30.84	28.32	31.41
Cenizas, %	4.40	4.39	4.92	4.61
EE, %	1.24	0.90	1.18	1.39



Como se puede apreciar en el Gráfico N° 10, la relación al contenido de materia seca el que tuvo mayor rendimiento es el T₄ supero a los demás tratamientos, en cuanto a proteína cruda supero el T₄ con 22.38 % seguido de los tratamientos T₁, T₂, T₃, 22.24, 20.06, 19.75 %, en cuanto a fibra bruta el T₄ con 31.41 % supera a los tratamientos T₁, T₂ y T₃ con 31.34, 30.84 y 28.32 % Así mismo, el contenido de cenizas lo supero el tratamiento T₃ con 4.92 % seguido de los tratamientos T₄, T₁ y T₂, 4.61, 4.40, 4.39 % , EE. % T₄, 1.39 supero a los tratamientos T₁, T₃ y T₂, 1.24, 1.18, 0.90 %.

Cuadro 7. Composición química (%) al III corte de alfalfa

Parámetro	Dosis de abonamiento			
	5	10	15	20
Materia seca, %	22.05	22.68	23.80	23.81
Proteína cruda, %	21.99	22.59	19.94	19.94
Fibra bruta, %	29.68	27.90	33.76	37.30
Cenizas, %	5.44	6.00	4.09	4.31
EE, %	1.08	1.41	1.06	1.00



Como se puede apreciar al tercer corte, en el grafico N° 10, la relación al contenido de materia seca el que tuvo mayor rendimiento es el T₄ 23.81% supero a los demás tratamientos T₃, T₂, T₁, 23.80, 22.68, 22.05 en cuanto a proteína cruda, T₂ con 22.59 % supero a los tratamientos T₁, T₂, T₄, 21.99, 19.94%, en cuanto a fibra bruta el T₄ 37.30% superan a los tratamientos T₃ y T₁, T₂, con 33.76, 29.68, 27.90%, Así mismo, el contenido de cenizas lo supero el tratamiento T₂ con 6.00% seguido de los tratamientos T₁, T₄ y T₃, 5.44, 4.31, 4.09 %, y EE. T₂, 1.41% supero a los tratamientos T₁, T₃ y T₄, con 1.08, 1.06, 1.00 %.

IV. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente trabajo de investigación en el caserío de LLasavilca Centro, provincia de Chota – Cajamarca, s concluye:

1. No existieron diferencias estadísticas en el rendimiento de materia verde o materia seca entre tratamientos, aun cuando aumentan conforme se eleva el nivel de abono y es mayor al tercer corte.
2. El mayor contenido de materia seca se encuentra en alfalfa de tercer corte y no hay efecto significativo del nivel de abono.
3. La mayor altura de planta, diámetro de tallo, largo de hoja, número de macollos y número de rebrotes se observa, igualmente, al tercer corte y con la dosis de 10 tm/ha de abono
4. La mayor proporción de hoja se logra en el tercer corte y con la dosis de 20 tm/ha de guano de corral
5. El mayor contenido de proteína cruda se obtiene en alfalfa de tercer corte y con 10 tm/ha de abonamiento.

V. RECOMENDACIONES

1. Dados los rendimientos de forraje verde, materia seca y proteína cruda, en el caserío de LLasavilca Centro provincia de Chota – Cajamarca, se puede trabajar con el abonamiento de 10 tm/ha de guano de corral.
2. Realizar trabajos de investigación con otras dosis de abonamiento con la finalidad de evaluar parámetros productivos y de composición química y en diversos cortes.

BIBLIOGRAFÍA

- ALARCÓN, B., E. ESPINOZA, M. GÁLICA y O. ESPINOZA. 2008. Manual de plagas y enfermedades de la alfalfa (*Medicago Sativa L.*). Primera edición. México. Pag. 42–43. (<http://www.chapingo.mx>).
- ALARCÓN, B. y T. CERVANTES. 2012. Manual para la producción de semilla de alfalfa en el valle del Mezquital Hidalgo. Primera edición. México.
- ARGOTE, G. M. HALANOCA y P. CABRERA. 2004. Comparativo y adaptación de variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) en el altiplano de puno. Artículo de la biblioteca virtual del INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA. (<http://bibliotecavirtual.inia.gob.pe>)
- ARIAZ, J. C. 2007. Suelos tropicales. Primera edición. Costa Rica. Pág. 59 – 60. (<https://books.google.es>)
- BECERRA, P. 2003. Productividad de cuatro cultivares y tres líneas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) en un Andisol de la región de la Araucana. Tesis de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de la Frontera. Chile. Pag. 32 a 39. (<http://praderasypasturas.com>)
- BIBLIOTECA AGROPECUARIA. 2006. Volvamos al campo. Editorial Grupo Latino. Tomo 2. Colombia. Pag. 792 a 795.
- Box, J. M. M. 2005. Prontuario de Agricultura. Editorial Aedos. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. (<https://books.google.com.pe>)
- CERNA, L. F. AGUILAR y M. TAM. 2006. Revista oficial de la Universidad Privada Antenor Orrego - Pueblo Continente. Vol. 17 (1). Editor M.Sc. Fernando Rodríguez Avalos. Pág. 17 - 26.
- COCHRAN, W. y G. M. COX. 2008. Diseños Experimentales. Reimpresión de la 2da ed. Trillas. México.

- GUERRERO, A. 1999. Cultivos herbáceos extensivos. Editorial Mundi Prensa. 6° Ed. México. Pág. 698. (<https://books.google.es>)
- HANZON, H. 1972. Ciencia y tecnología de la alfalfa- Tomo I y II. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L. Uruguay.
- HARRIS, E. 1970. Compilación de datos analíticos y Biológicos en la preparación de cuadros de composición de alimentos de uso en los trópicos de América Latina. University of Florida, U.S.A.
- HEATH, E. M. DARREL and R. BARNES. 1974. Forages. 3rd. Ed. The Iowa State University Press, Ames, Iowa. U.S.A. 755 pgs.
- HORTUS. 2015. (<http://www.hortus.com.pe>)
- HOYOS, L. 2007. Rendimiento, atributos agronómicos y su composición química de siete genotipos de alfalfa (*Medicago sativa*) en Yatun, Cutervo, Cajamarca. Tesis Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú. Pag. 27 – 39.
- INFOAGRO. 2015. (www.infoagro.com)
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN FORESTAL Y AGROPECUARIA. 2000. Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Libro Técnico N° 2. Primera Edic. México. (<http://biblioteca.inifap.gob.mx>)
- LURO, P. 1981. Módulo semillero para alfalfa bajo riego. Argentina. (<https://books.google.es>)
- MORALES, J., J. JIMÉNEZ, V. VELASCO, A. VILLEGAS., J. ENRÍQUEZ, A. HERNÁNDEZ. 2006. Evaluación de 14 variedades de alfalfa con fertirriego en la Mixteca de Oaxaca. Técnica Pecuaria México. 44 (3):277 – 288. (<http://www.infoandina.org>).
- NOLI, C., A. CANTO y H. Ordoñez. 2004. Influencia del estiércol en el establecimiento de pasturas. Artículo de la biblioteca virtual del Instituto Nacional de Innovación Agraria. (<http://bibliotecavirtual.inia.gob.pe>)

- NOLI, C., A. NESTARES, A. PALOMINO, S. ESTELA, J. VILLANUEVA. 2004. Establecimiento y evaluación de variedades de alfalfa (*Medicago Sativa*) a una altitud de 2 000 m.s.n.m. Artículo de la biblioteca virtual del Instituto Nacional de Innovación Agraria. (<http://bibliotecavirtual.inia.gob.pe>)
- NOLÍ, C., R. BOJORQUEZ y H. ORDOÑEZ. 2006. Caracterización del cultivo de alfalfa con dormancia 9 en época seca en la sierra central del Perú. Artículo de la biblioteca virtual del Instituto Nacional de Innovación Agraria. (<http://bibliotecavirtual.inia.gob.pe>)
- NOLI, C., E. OLIVERA. A. NESTARES y M. PORTOCARRERO M. 2012. Caracterización agronómica al establecimiento de pastos cultivados en las comunidades de los Chopccas en la Región Huancavelica. XXXV Reunión Científica Anual de Producción Animal. (<http://bibliotecavirtual.inia.gob.pe>)
- PADRÓN C.E. 2009. Diseños Experimentales con aplicación a la agricultura y ganadería. Ed. Trillas. México. 224 pp.
- PÉREZ, W. 1976. Estudió comparativo de doce variedades de alfalfa (*Medicago Sativa L.*). Tesis Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú.
- PONCE, M. 2014. Producción de Forraje – Estado de desarrollo de alfalfa con distintos grados de reposo. 1º Ed. Edit. Edwin. Argentina. (<https://books.google.com.pe>)
- RIVAS, M., C. LÓPEZ, A. CASTAÑEDA, A. HERNÁNDEZ, J. PÉREZ. 2005. Efecto de tres regímenes de cosecha en el comportamiento productivo de cinco variedades comerciales de alfalfa (*Medicago sativa L.*). Técnica Pecuaria México. 43(1):79 – 92. (<http://www.tecnicapecuaria.org.mx>)
- SERAGRO. 2015. Alfalfa. Ficha técnica. (info@sagraseed.com - www.sagraseed.com).
- SERAGRO. 2015. Alfalfa es la reina de las forrajeras. Dormantes, no dormantes y semi dormantes. (<http://seragro.cl>)

URBANO, D. y C. DAVILA. 2003. Evaluación del rendimiento y composición química de once variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) bajo corte en la zona alta del estado Mérida, Venezuela. Revista Facultad de la Agronomía. Vol. 20 (1). Caracas, Venezuela. (<http://www.scielo.org.ve/scielo>).

VARGAS, B.B.F. 2008. Evaluación de atributos agronómicos y composición química de siete genotipos de alfalfa (*Medicago Sativa*) al corte de instalación en Yatun, Cutervo, Cajamarca. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú.

ZAMBRANO, R., E. OCAMPO y J. BRUNO. 1973. Oportunidad de corte en alfalfa. III Reunión de Especialistas e investigadores de forrajes del Perú. Pág. 13 (<https://books.google.es>)

<https://www.google.com.pe/maps/@-6.5221567,->

ANEXOS

Cuadro 1A. Análisis de varianza para rendimiento de materia verde

FUENTES DE VARIABILIDAD	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	C. M.	Fc	Ft 0.01
Bloques	71.924	3	23.96	1.96	NS
Tratamientos	23.243	7	3.32	< 1	NS
Efecto de abono (A)	8.354	3	2.79	< 1	NS
Efecto de corte (C)	2.470	1	2.47	< 1	NS
Interacción A x B	12.419	3	4.14	< 1	N S
Error Experimental	256.434	21	12.21		
TOTAL	116.240	31			

C.V.: 21.65%

Cuadro 2A. Análisis de varianza para rendimiento de materia seca

FUENTES DE VARIABILIDAD	SUMA DE CUADRADOS	G.L	C. M.	Fc	Ft 0.01
Bloques	3.885	3	1.295	1.73	NS
Tratamientos	3.540	7	0.506	< 1	NS
Efecto de abono (A)	1.157	3	0.386	< 1	NS
Efecto de corte (C)	1.965	1	1.965	2.63	NS
Interacción A x B	0.418	3	0.139	< 1	N S
Error Experimental	15.687	21	0.747		
TOTAL	23.112	31			

C.V.: 24.21%

Cuadro 3A. Análisis de varianza para contenido de materia seca

FUENTES DE VARIABILIDAD	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	C. M.	Fc		Ft 0.01
Bloques	0.941	3	0.314	< 1		NS
Tratamientos	72.494	7	10.356	5.07		* *
Efecto de abono (A)	36.352	3	12.117	5.95		* *
Efecto de corte (C)	32.442	1	32.442	15.92		* *
Interacción A x B	3.700	3	1.230	< 1		N S
Error Experimental	42.805	21	2.04			
TOTAL	116.240	31				

C.V.: 6.47%

DUNCAN:

N₄^a N₃^a N₂^{ab} N₁^b

Cuadro 4A. Análisis de varianza para altura de planta

FUENTES DE VARIABILIDAD	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	C. M.	Fc	Ft 0.01
Bloques	1363.037	3	454.37	3.24	*
Tratamientos	7929.237	7	1132.75	8.07	**
Efecto de abono (A)	631.962	3	210.65	1.50	NS
Efecto de corte (C)	6844.999	1	6844.99	48.78	**
Interacción A x B	452.276	3	150.76	1.10	NS
Error Experimental	43359.113	309			
TOTAL	52651.387	319			

C.V.: 18.21%

Cuadro 5A. Análisis de varianza para diámetro de tallo

FUENTES DE VARIABILIDAD	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	C. M.	Fc	Ft 0.01
Bloques	0.018	3	0.006	0.06	NS
Tratamientos	0.050	7	0.007	0.07	NS
Efecto de abono (A)	0.023	3	0.008	0.008	NS
Efecto de corte (C)	0.013	1	0.013	0.13	NS
Interacción A x B	0.014	3	0.005	0.05	NS
Error Experimental	31.872	309	0.103		
TOTAL	31.94	319			

C.V.: 105.9%

Cuadro 6A. Análisis de varianza para largo de hoja

FUENTES DE VARIABILIDAD	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	C. M.	Fc	Ft 0.01
Bloques	0.478	3	0.16	<1.0	NS
Tratamientos	124.671	7	17.81	4.30	**
Efecto de abono (A)	2.080	3	0.69	<1.0	NS
Efecto de corte (C)	121.648	1	121.65	29.40	**
Interacción A x B	0.943	3	0.314	<1.0	NS
Error Experimental	1279.758	309	4.14	---	
TOTAL	1404.907	319			

C.V.: 97.12%

Cuadro 7A. Análisis de varianza para número de macollos

FUENTES DE VARIABILIDAD	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	C. M.	Fc	Ft 0.01
Bloques	9.759	3	3.25	<1.00	NS
Tratamientos	153.272	7	21.90	4.55	* *
Efecto de abono (A)	56.259	3	18.75	3.90	*
Efecto de corte (C)	52.003	1	52.00	10.80	* *
Interacción A x B	45.010	3	15.003	3.12	*
Error Experimental	1487.216	309	4.813	---	
TOTAL	1650.247	319			

C.V.: 17.03%

Cuadro 8A. Análisis de varianza para número de brotes

FUENTES DE VARIABILIDAD	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	C. M.	Fc	Ft 0.01
Bloques	11.063	3	3.688	1.94	NS
Tratamientos	49.738	7	7.105	3.74	* *
Efecto de abono (A)	11.363	3	3.788	1.99	NS
Efecto de corte (C)	36.450	1	36.450	19.18	* *
Interacción A x B	1.925	3	0.642	0.34	N S
Error Experimental	585.588	309	1.900		
TOTAL	646.388	319			

C.V.: 41.90%